

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-340688

(43)Date of publication of application : 22.12.1998

---

(51)Int.Cl. H01J 29/87  
G09F 9/30  
G09F 9/30  
H01J 31/12

---

---

(21)Application number : 10-082051 (71)Applicant : CANON INC  
(22)Date of filing : 27.03.1998 (72)Inventor : SANO YOSHIHISA  
ANDO YOICHI  
MITSUTAKE HIDEAKI

---

(30)Priority

Priority number : 09 94109 Priority date : 11.04.1997 Priority country : JP

---

## (54) IMAGE FORMING APPARATUS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an image forming apparatus which decreases the generation of discharge considerably especially maintaining a sufficient antistatic effect of a spacer.

SOLUTION: This apparatus is composed of: a container consisting of a rear plate 1015a side wall 1016 and a face plate 1017; an electron source comprising a cold negative element 1012 which is arranged in this container; an image forming member which comprises a florescent film 1018 and forms an image by being irradiated with electrons emitted from this electron source; and a spacer 1020 which is arranged between electrodes in this container to which voltages different to each other are applied. In this case the spacer 1020 has electrical conductivity and is connected to this electrode electrically through a conductive layer and this conductive layer has an end side whose shape is composed of either a combination of a straight portion and a curved portion or a combination of a straight portion and an obtuse angel.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] A container.

An electron source arranged in this container.

An image formation member which forms a picture by the exposure of an electron emitted from this electron source.

A spacer arranged inter-electrode [ to which voltage different mutually in this container is impressed ].

It is the image forming device provided with the above and this spacer has conductivity and is electrically connected with this electrode via a conductive layer and this conductive layer is making shape according [ the edge side ] to combination of a straight-line portion, a curved part or a straight-line portion and a dull corner section.

[Claim 2] The image forming device according to claim 1 which said spacer is a spacer of polygonal shape and is characterized by said conductive layer making shape according [ the edge side ] to a curve or an obtuse angle [ near the angle of this spacer ].

[Claim 3] The image forming device according to claim 1 wherein said curved part has a curvature radius of 1 micrometers or more.

[Claim 4] The image forming device according to claim 1 wherein said spacer is a spacer with which a conductive film was covered by the insulation member surface.

[Claim 5] The image forming device according to claim 4 wherein said conductive film has the sheet resistance of  $1 \times 10^{-5}$  to  $1 \times 10^{-12}$  ohms / and \*\* noting that  $X^y$  expresses the y-th power of X.

[Claim 6] The image forming device according to claim 1 wherein said spacer is a spacer for atmospheric pressure-proof.

[Claim 7] The image forming device according to claim 4 wherein said conductive layer has sheet resistance smaller than said conductive film.

[Claim 8] The image forming device according to claim 1 wherein said electron source has two or more electron emission elements connected with wiring and said spacer is electrically connected with said wiring.

[Claim 9] The image forming device according to claim 8 wherein said electron emission element is a cold cathode element.

[Claim 10] The image forming device according to claim 9 wherein said cold cathode element is a surface conduction type electron emission element.

[Claim 11] Said electron source is an electron source currently connected by matrix form with two or more line writing direction wiring and two or more row direction wiring and two or more electron emission elements said spacer The image forming device according to claim 1 which being arranged on this line writing direction wiring or this row direction wiring and electrically connecting with this wiring.

[Claim 12] The image forming device according to claim 11 wherein said electron

emission element is a cold cathode element.

[Claim 13]The image forming device according to claim 12wherein said cold cathode element is a surface conduction type electron emission element.

[Claim 14]The image forming device according to claim 1wherein said image formation member has an accelerating electrode which accelerates an electron emitted from said electron source and this spacer is electrically connected with this accelerating electrode.

[Claim 15]The image forming device according to claim 1wherein said image formation member has a fluorescent substance and an accelerating electrode which accelerates an electron emitted from said electron source and this spacer is electrically connected with this accelerating electrode.

[Claim 16]The image forming device according to claim 1wherein said spacer is a tabular spacer.

[Claim 17]The image forming device according to claim 4wherein said insulation member is a member of the same construction material as a member which constitutes this container.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention is an invention about image forming devicesuch as an image display device which used the electron source.

[0002]

[Description of the Prior Art]From the formertwo kindsa hot cathode element and a cold cathode elementare known as an electron emission element. Among thesesurface conduction type emission elementsthe field emission type element (it is described as FE type below)the metal / insulating layer / metal mold emission element (it is described as an MIM type below)etc. are known for the cold cathode elementfor example.

[0003]As surface conduction type emission elementsM.I.ElinsonRadio Eng.Electron Phys.10 and 1290 (1965)and other examples mentioned later are knownfor example.

[0004]Surface conduction type emission elements use the phenomenon which electron emission produces for the thin film of the small area formed on the substrate by sending current in parallel with a film surface. SnO<sub>2</sub> according to said Elinson as these surface conduction type emission elements besides the thing using a thin filmThing [G. by an Au film Dittmer:"Thin Solid Films" and 9317(1972)]Thing [M. by In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> /SnO<sub>2</sub> thin film Hartwell and C.G.Fonstad:"IEEE Trans.ED Conf." and 519(1975)]Thing [Araki \*\* by a carbon filmetc.: A vacuumthe 26th volumeNo. 122(1983)]etc. are reported.

[0005]As a typical example of the element composition of these surface conduction type emission elements the top view of the element by the above-mentioned M.Hartwell and others is shown in drawing 17. In the figure 3001 is a substrate and 3004 is a conductive thin film which consists of a metallic oxide formed by weld slag. The conductive thin film 3004 is formed in the plane shape of zigzag like a graphic display. The electron emission part 3005 is formed by performing the energization process called the below-mentioned energization foaming to this conductive thin film 3004. As for the interval L in a figure 0.5-1 [mm] and W are set up by 0.1 [mm]. Although rectangular shape showed the electron emission part 3005 in the center of the conductive thin film 3004 from the facilities of the graphic display this is not typical and is not necessarily expressing the position or shape of a actual electron emission part faithfully.

[0006]M. In above-mentioned surface conduction type emission elements including the element by Hartwell and others before performing electron emission it was common to have formed the electron emission part 3005 by performing the energization process called energization foaming to the conductive thin film 3004. namely direct current voltage with energization foaming constant to the both ends of said conductive thin film 3004 -- or For example the direct current voltage which carries out pressure up is impressed and energized at the very slow rate about [ 1v ] a part for /and it is destruction or making it change or deteriorate and forming the electron emission part 3005 of a high resistance state electrically locally about the conductive thin film 3004. A crack occurs locally in some of destruction or conductive thin films 3004 which changed or deteriorated. When proper voltage is impressed to the conductive thin film 3004 after said energization foaming electron emission is performed in near [ said ] a crack.

[0007]W.P.Dyke & W.W.Dolan Field emission Advance in Electron Physics and 8 and 89 (1956) an FE type example for example or C.A. Spindt and "Physical. properties of thin-film field emission cathodes with molybdenum cones" J.Appl.Phys.47:5248 (1976) etc. are known.

[0008]As a typical example of FE type element composition the sectional view of the element by the above-mentioned C.A.Spindt and others is shown in drawing 18. In the figure 3010 is a substrate and as for the emitter wire in which 3011 consists of electrical conducting materials and 3012 an insulating layer and 3014 are gate electrodes an emitter cone and 3013. This element makes field emission cause from the tip part of the emitter cone 3012 by impressing proper voltage between the emitter cone 3012 and the gate electrode 3014.

[0009]The example which has arranged the emitter and the gate electrode almost in parallel with a substrate plane is also not on a laminated structure like drawing 18 but on a substrate as other FE type element composition.

[0010]As an MIM type example C.A.Mead Operation of tunnel-emission Devices, J.Appl.Phys., 32,646 (1961), etc. are known, for example. The typical example of MIM

type element composition is shown in drawing 19. The figure is a sectional view 3020 is a substrate in a figure and it is an upper electrode in which the lower electrode in which 3021 consists of metal and 3022 become from a thin insulating layer about 100 Å thick and 3023 consists of metal about 80–300 Å thick. Electron emission is made to cause from the surface of the upper electrode 3023 in an MIM type by impressing proper voltage between the upper electrode 3023 and the lower electrode 3021.

[0011] Since the above-mentioned cold cathode element can obtain electron emission at low temperature as compared with a hot cathode element it does not need the heater for heating. Therefore structure is simpler than a hot cathode element and a detailed element can be created. Even if it arranges many elements by high density on a substrate it is hard to generate problems such as thermofusion of a substrate. In order that the hot cathode element may operate with heating of a heater unlike a thing with slow speed of response in the case of a cold cathode element there is also an advantage that speed of response is quick.

[0012] For this reason research for applying a cold cathode element has been done briskly.

[0013] For example especially surface conduction type emission elements have an advantage which can form many elements ranging from structure being simple and being easy also for manufacture also in a cold cathode element to a large area. Then the method for arranging and driving many elements is studied so that it may be indicated for example in JP64-31332A by these people.

[0014] About application of surface conduction type emission elements image forming devices such as an image display device and an image recorder the source of a charged beam etc. are studied for example.

[0015] As indicated especially as application to an image display device for example in USP5066883 and JP2-257551A by these people or JP4-28137A The image display device used combining surface conduction type emission elements and the fluorescent substance which emits light by the exposure of an electron beam is studied. The characteristic superior to the image display device of the method of everything [ image display device / which was used combining surface conduction type emission elements and a fluorescent substance ] but the former is expected. For example even if it compares with the liquid crystal display which has spread in recent years it can be said that the point which does not need a back light since it is a spontaneous light type and the point that an angle of visibility is large are excellent.

[0016] The method of being able to stand in a line and driving much FE types is indicated by USP4904895 by these people for example. FE type as an example applied to the image display device for example R. By Meyer and others. [R. by which the reported monotonous type display is known Meyer: "Recent Development on Microtips Display at LETI" and Tech. Digest of 4th Int. Vacuum Microelectronics Conf. Nagahamapp. 6–9 (1991)].

[0017] The example which put much MIM types in order and was applied to the image

display device is indicated by JP3-55738A by these people for example.

[0018] Among the image forming devices using the above electron emission elements since the plane type display device with thin depth is space-saving and lightweight it attracts attention as what is placed and replaced with a cathode-ray tube type display.

[0019] Drawing 20 is a perspective view showing an example of the display panel part which makes a flat-surface type image display device in order to show an internal structure cuts some panels and lacks and shows it.

[0020] Among a figure a side attachment wall and 3117 are faceplates and as for 3115 a rear plate and 3116 form the envelope (tight container) for maintaining the inside of a display panel to a vacuum with the rear plate 3115 the side attachment wall 3116 and the faceplate 3117.

[0021] Although the substrate 3111 is being fixed to the rear plate 3115 on this substrate 3111  $N \times M$  individual formation of the cold cathode element 3112 is carried out. ( $N$  and  $M$  are two or more positive integers and are suitably set up according to the display pixel number made into the purpose.) The cold cathode element 3112 of said  $N \times M$  individual is wired again with the line writing direction wiring 3113 of  $M$  book and the row direction wiring 3114 of  $N$  book as it is shown in drawing 20. The portion constituted with these substrates 3111 the cold cathode element 3112 the line writing direction wiring 3113 and the row direction wiring 3114 is called a multi-electron beam source. The insulating layer (un-illustrating) is formed among both wiring at the portion which the line writing direction wiring 3113 and the row direction wiring 3114 intersect at least.

The electric insulation is maintained.

[0022] The fluorescent screen 3118 which consists of fluorescent substances is formed in the undersurface of the phase plate 3117.

The trichromatic fluorescent substance (un-illustrating) of red (R) green (G) blue (B) is distinguished by different color with.

The black object (un-illustrating) is established between each above-mentioned color fluorescent substance which makes the fluorescent screen 3118 and also the metal back 3119 who consists of aluminum etc. is formed in the field by the side of the rear plate 3115 of the fluorescent screen 3118.

[0023]  $Dx1-Dxm$  and  $Dy1-Dyn$  and  $Hv$  are the terminals for electrical connection of the airtight structure established in order to electrically connect the display panel concerned and an unillustrated electric circuit. As for  $Dx1-Dxm$  the row direction wiring 3114 of a multi-electron beam source and  $Hv$  have electrically connected respectively the line writing direction wiring 3113 of a multi-electron beam source and  $Dy1-Dyn$  with the metal back 3119.

[0024] The inside of the above-mentioned tight container is held at the vacuum of about the 6th power of minus of 10 and a means to prevent modification or

destruction of the rear plate 3115 by the air pressure difference of the inside of a tight container and the exterior and the faceplate 3117 is needed as the display surface product of an image display device becomes large. Not only making the weight of an image display device increase but the method by thickening the rear plate 3115 and the faceplate 3116 produces distortion and azimuth difference of a picture when it is seen from an oblique direction. On the other hand in drawing 20 the structure base material (called a spacer or a rib) 3120 for consisting of a comparatively thin glass plate and supporting atmospheric pressure is formed. Thus it is usually kept at submillimeter one thru/or several millimeters between the substrate 3111 with which the multi-beam electron source was formed and the faceplate 3116 in which the fluorescent screen 3118 was formed and as mentioned above the inside of a tight container is held at the high vacuum.

[0025] If the image display device using the display panel explained above impresses voltage to each cold cathode element 3112 through the container outer edge children  $Dx1$  thru/or  $DxmDy1$  or Dynelectrons will be emitted from each cold cathode element 3112. The high voltage of hundreds [V] thru/or a number [kV] is impressed to the metal back 3119 through the container outer edge child  $Hv$  simultaneously with it the electron emitted [above-mentioned] is accelerated and it is made to collide with the inner surface of the faceplate 3117. The fluorescent substance of each color which makes the fluorescent screen 3118 is excited by this light is emitted and a picture is displayed.

[0026]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] There were the following problems in the display panel of the image display device explained above.

[0027] Spacer electrification may be caused that some electrons emitted [1st] from near the spacer 3120 hit the spacer 3120 or when the ion ionized in the operation of the emission electron adheres to a spacer. The electron emitted by electrification of this spacer from the cold cathode element 3112 can bend that orbit arrives at a different place from the regular position on a fluorescent substance and the picture near the spacer is distorted and it is displayed.

[0028] Since the high tension (namely high electric field of 1kV/mm or more) of not less than hundreds of v is impressed between a multi-electron beam source and the faceplate 3117 in order to accelerate [2nd] the emission electron from the cold cathode element 3112 we are anxious about the surface creepage in the spacer 3120 surface. Discharge may be induced especially when the spacer is charged as mentioned above.

[0029] In order to solve this problem the proposal which removes electrification as micro current flows into a spacer is made. He is trying for micro current to flow into a spacer surface by forming a high resistance film in the surface of an insulating spacer there. The antistatic films used here are the tin oxide or the tin oxide and indium oxide mix crystal thin film and a metal membrane. In order to strengthen the function of an

antistatic film further it is possible that the spacer 3120 arranges a conductive film to the field in contact with the substrate 3111 or the fluorescent screen 3118 and its neighborhood. Thereby it is expected that the electrical link between an antistatic film the substrate 3111 and an antistatic film and the fluorescent screen 3118 will be secured.

[0030] However if shapes such as a projection and an angle exist in such a conductive film when impressing high tension between the substrate 3111 and the faceplate 3117 electric field concentrates will occur and it will be easy to become a cause of discharge. As a result degradation of the cold cathode element 3112 etc. are caused and there is a problem that image formation becomes difficult. If impressed electromotive force between the substrate 3111 and the faceplate 3117 is made low in order to control such discharge it will become impossible to obtain sufficient luminosity.

[0031] In light of the above-mentioned problem this invention has the main purpose in providing an image forming device provided with the spacer which reduces electrification in the surface and can also reduce generating of discharge and such a spacer.

[0032]

[Means for Solving the Problem] An image forming device of this invention for attaining the above-mentioned purpose is provided with the following composition. Namely a container an electron source arranged in this container and an image formation member which forms a picture by the exposure of an electron emitted from this electron source In an image forming device provided with a spacer arranged inter-electrode [ to which voltage different mutually in this container is impressed ] This spacer has conductivity and is electrically connected with this electrode via a conductive layer and this conductive layer is making shape according [ the edge side ] to combination of a straight-line portion a curved part or a straight-line portion and a dull corner section.

[0033]

[Embodiment of the Invention] Hereafter the suitable embodiment of this invention is described with reference to an attached drawing.

[0034] First before starting explanation of a concrete embodiment the outline of this embodiment is explained. When the composition which has arranged the above-mentioned conductive film (it is called an interlayer below) near [ contact portion ] each [ by the side of a support member (spacer) which was described above the image formation member side and a support member (spacer) and an element substrate ] is adopted In having the shape which causes electric field concentrates strong against a boundary part with the high resistance film later mentioned with an interlayer the following phenomena arise.

[0035]\*\* If voltage is impressed to an image formation member discharge will occur from the part in which electric field concentrates were done by the interlayer. Its frequency increases so that this discharge phenomenon has so strong electric field



concentrates that the voltage impressed to an image formation member is high.

[0036]\*\* As a result the image quality by degradation of the electron source near the discharge part deteriorates. The voltage which impresses a discharge phenomenon to an image formation member at a \*\*\*\*\* sake is restricted and the fall of luminosity is caused.

[0037] This invention persons took the following measures against such a technical problem. Namely to inter-electrode [ to which different voltage in the tight container of an electron beam generator is impressed ]. Although the support member for atmospheric pressure-proof is arranged and this support member has conductivity on the insulation member surface the high resistance film is covered rather than this electrode and this high resistance film is electrically connected via the low resistance film (interlayer) in which resistance is smaller than this high resistance film between these two electrodes. Here the edge of the above-mentioned low resistance film comprises combination of a straight-line portion a curved part or a right-angled portion and a dull corner section preferably.

[0038] As mentioned above the support member (spacer) of the electron beam generator by this embodiment has a high resistance film electrically connected to the electrode by the side of a substrate and the electrode by the side of a fluorescent screen via this low resistance film on the surface for example. For this reason even if electric charge particles adhere on the surface of an insulation member it neutralizes electrically with a part of current which flows through a high resistance film via these low resistance films such as a metal membrane from the substrate side and this electric charge particle can neutralize electrification of the spacer concerned. Here since the metal low resistance film is arranged at most terminal areas of a high resistance film an element substrate or a high resistance film and the image formation member side as above-mentioned supply of stable current is performed. As a result prevention of electrification is attained and a light-emitting position gap can be prevented.

[0039] Concentration of the electric field has been deterred by making the edge portion of a low resistance film into the outside which combined the shape of the angle of a straight line a curve with large curvature or a straight line and an obtuse angle. According to this embodiment impression of the still higher voltage of a between [ an image formation member and element substrates ] is enabled doing in this way and suppressing discharge by a spacer.

[0040] In an image forming device the above result can attain improvement in the luminosity by high voltage impression and realization of a good picture without a light-emitting position gap. Hereafter this embodiment is described in detail.

[0041] (1) Show and explain a concrete example about the composition and the manufacturing method of a display panel of an image display device by the image display device outline next this embodiment.

[0042] Drawing 1 is a perspective view of the display panel used for the embodiment in order to show an internal structure cuts some panels and lacks and shows it.

[0043] Among a figure 1015 a side attachment wall and 1017 are faceplates and a rear plate and 1016 form the tight container for maintaining the inside of a display panel to a vacuum by 1015-1017. In assembling a tight container since the sufficient intensity and airtightness for the joined part of each member were made to hold it needed to seal but frit glass was applied to the joined part for example and sealing was attained by calcinating 10 minutes or more at Centigrade 400 to 500 degrees in the atmosphere or a nitrogen atmosphere. The method of exhausting the inside of a tight container to a vacuum is mentioned later. Since the inside of the above-mentioned tight container is held at the vacuum about the 6th power of minus [Torr] of  $10^{-6}$  it is the purpose of preventing destruction of the tight container by atmospheric pressure a sudden shock etc. and the spacer 1020 is formed as an atmospheric pressure-proof structure.

[0044] Although the substrate 1011 is being fixed to the rear plate 1015 on this substratenxm individual formation of the cold cathode element 1012 is carried out (n and m are two or more positive integers and are suitably set up according to the display pixel number made into the purpose.). For example in the display aiming at the display of a high definition television it is desirable to set up  $n = 3000$  and  $m = 1000$  or more numbers. Passive-matrix wiring of the cold cathode element of said nxm individual is carried out with the line writing direction wiring 1013 of m book and the row direction wiring 1014 of n book. The above and the portion constituted by 1011-1014 are called a multi-electron beam source.

[0045] If the multi-electron beam source used for the image display device of this embodiment is an electron source which carried out passive-matrix wiring of the cold cathode element there will be no restriction in the material the shape or the process of a cold cathode element. Therefore cold cathode elements such as surface conduction type emission elements FE type or an MIM type can be used for example.

[0046] Next the structure of the multi-electron beam source which arranged surface conduction type emission elements (after-mentioned) on the substrate as a cold cathode element and carried out passive-matrix wiring is described.

[0047] What is shown in drawing 2 is the top view of a multi-electron beam source used for the display panel of drawing 1. On the substrate 1011 the same surface conduction type emission elements as what is shown by below-mentioned drawing 6 are arranged and these elements are wired in the shape of a passive matrix with the line writing direction wiring 1013 and the row direction wiring 1014. The insulating layer (un-illustrating) is formed in inter-electrode and the electric insulation is maintained at the portion which the line writing direction wiring 1013 and the row direction wiring 1014 intersect.

[0048] The section in alignment with B-B' of drawing 2 is shown in drawing 3.

[0049] Beforehand the multi electron source of such a structure on a substrate The line writing direction wiring electrode 1013 the row direction wiring 1014 an inter-electrode insulating layer (un-illustrating) And after forming the element electrode and conductive thin film of surface conduction type emission elements it manufactured by

supplying electric power to each element via the line writing direction wiring 1013 and the row direction wiring 1014 and performing energization foaming processing (after-mentioned) and energization activation (after-mentioned).

[0050] Although it had composition which fixes the substrate 1011 of a multi-electron beam source to the rear plate 1015 of a tight container in this embodiment When the substrate 1011 of a multi-electron beam source is what has sufficient intensity substrate 1011 the very thing of a multi-electron beam source may be used as a rear plate of a tight container.

[0051] The fluorescent screen 1018 is formed in the undersurface of the faceplate 1017. Since this embodiment is a color display device the trichromatic fluorescent substance of red green and blue used in the field of CRT is distinguished by different color by the portion of the fluorescent screen 1018 with. The fluorescent substance of each color is distinguished by different color by stripe shape with as shown for example in (A) of drawing 4 and the black conductor 1010 is formed between the stripes of a fluorescent substance. The purposes of forming the black conductor 1010 are to prevent reflection of outdoor daylight and to prevent the fall of display contrast to prevent [ to keep a gap from arising in a foreground color even if the irradiation position of an electron beam has a gap of some] the charge up of the fluorescent screen by an electron beam etc. Although black lead was used for the black conductor 1010 as the main ingredients as long as it is suitable for the above-mentioned purpose materials other than this may be used.

[0052] How to distinguish a trichromatic fluorescent substance by different color with may be delta-like arrangement and the other arrangement as not restricted to the arrangement of the stripe shape shown in said drawing 4 (A) and shown for example in drawing 4 (B).

[0053] When creating the display panel of monochrome what is necessary is just to use a monochromatic phosphor material for the fluorescent screen 1018 and it is not necessary to necessarily use a black electrical conducting material.

[0054] In the field of CRT the publicly known metal back 1019 is formed in the field by the side of the rear plate of the fluorescent screen 1018. The purpose which formed the metal back 1019 carries out specular reflexion of a part of light which the fluorescent screen 1018 emits and the rate for Mitsutoshi is raised. It is protecting the fluorescent screen 1018 from the collision of an anion making it act as an electrode for impressing electron beam accelerating voltage making it act as a track of the electron which excited the fluorescent screen 1018 etc. After the metal back 1019 formed the fluorescent screen 1018 on the faceplate board 1017 he did data smoothing of the fluorescent screen surface and formed by the method of carrying out vacuum deposition of the aluminum on it. When the phosphor material for low voltages is used for the fluorescent screen 1018 the metal back 1019 does not use.

[0055] Although not used in this embodiment a transparent electrode made [for example] from ITO for the purpose of the conductive improvement in the object for

impression of accelerating voltage or a fluorescent screen between the faceplate board 1017 and the fluorescent screen 1018 may be provided.

[0056] Drawing 5 is a cross section of A-A' of drawing 1 and the number of each part supports drawing 1. The spacer 1020 forms the high resistance film 1020b aiming at the prevention from electrification on the surface of the insulation member 1020a. And it is what becomes a lateral portion which touches the contact surface of the spacer facing the inside (metal back 1019 grade) of the faceplate 1017 and the surface (the line writing direction wiring 1013 or row direction wiring 1014) of the substrate 1011 and this from the member which formed the low resistance film 1020c. In a required interval only a number required to attain the above-mentioned purpose is arranged and it is fixed to the inside of a faceplate and the surface of the substrate 1011 with the jointing material 1041.

[0057] The high resistance film is formed in the field exposed into the vacuum in a tight container at least among the surfaces of the insulation member 1020a and via the low resistance film 1020c and the jointing material 1041 on the spacer 1020. It is electrically connected to the inside (metal back 1019 grade) of the faceplate 1017 and the surface (the line writing direction wiring 1013 or row direction wiring 1014) of the substrate 1011. In the mode explained here the shape of the spacer 1020 presupposes that it is laminated, is arranged in parallel with the line writing direction wiring 1013 and is electrically connected with the line writing direction wiring 1013. 40 is an insulating layer.

[0058] It has only the insulation which bears the high tension impressed between the line writing direction wiring 1013 on the substrate 1011 and the row direction wiring 1014 and the metal back 1019 of faceplate 1017 inner surface as the spacer 1020. And it is necessary to have the conductivity of the grade which prevents electrification to the surface of the spacer 1020.

[0059] As the insulation member 1020a of the spacer 1020, ceramic members etc. which decreased impurity content, such as silica glass and Na for example, such as glass, soda lime glass and alumina are raised. The member in which the coefficient of thermal expansion makes a tight container and the substrate 1011 and the near thing of the insulation member 1020a are preferred and it may use the same construction material as the construction material of a tight container.

[0060] The current which  $V_a$  (ed) accelerating voltage  $V_a$  impressed to the faceplate 1017 (metal back 1019 grade) by the side of high potential with the resistance  $R_s$  of the high resistance film 1020b which is an antistatic film flows into the high resistance film 1020b which constitutes the spacer 1020. Then the resistance  $R_s$  of a spacer is set as the desirable range from a viewpoint of the prevention from electrification and power consumption. As for surface resistance  $R$ , it is preferred from a viewpoint of the prevention from electrification that it is below  $10^{12}$  ohm. In order to acquire sufficient antistatic effect, below  $10^{11}$  ohm is still more preferred. Although the minimum of surface resistance is influenced by spacer shape

and the voltage impressed between spacers it is preferred that it is more than 5th power  $\omega$  of 10.

[0061] Thickness  $t$  of the high resistance film formed on the insulation member has the desirable range of 10 nm – 1 micrometer. Although it changes also with the adhesion and substrate temperature with surface energy and a substrate of material generally it is formed in island shape and a thin film of 10 nm or less has unstable resistance and is deficient in it in reproducibility. On the other hand since membrane stress becomes large in 1 micrometers or more the danger of film peeling increases and the thickness  $t$  becomes long in membrane formation time productivity is bad. Therefore as for thickness it is desirable that it is 50–500 nm. Surface resistance  $R/\square$  is  $\rho/t$  and as for the specific resistance  $\rho$  of the desirable range of  $R/\square$  described above and  $t$  to a high resistance film the 8th power  $[\omega \text{ cm}]$  of 0.1  $[\omega \text{ cm}]$  thru/or 10 is preferred. In order to realize the more desirable range of surface resistance and thickness furthermore  $\rho$  is good to be referred to as the square of 10 thru/or 6th power  $\omega \text{ cm}$  of 10.

[0062] That current flows through the high resistance film formed on it as the spacer was mentioned above or when the whole display generates heat working the temperature rises. When temperature rises that it is a negative value with a big temperature coefficient of resistance of a high resistance film resistance decreases the current which flows into a spacer increases and a rise in heat is brought about further. And current continues increasing until it crosses the limit of a power supply. The value of the temperature coefficient of resistance which a reckless run of such current generates is 1% or more in absolute value in a negative value experientially. That is as for the temperature coefficient of resistance of a high resistance film it is desirable for an absolute value to be less than 1%.

[0063] As a material of the high resistance film 1020b which has antistatic characteristics a metallic oxide can be used for example. Also in a metallic oxide the oxide of chromium, nickel and copper is a desirable material. It thinks because the reason is not easily charged when the electron in which these oxides had comparatively small secondary-electron-emission efficiency and were emitted from the cold cathode element 1012 hits the spacer 1020. Carbon is a material secondary-electron-emission efficiency is small and is preferred besides a metallic oxide. Since especially amorphous carbon is high resistance it tends to control spacer resistance to a desired value.

[0064] As other materials of the high resistance film 1020b which has antistatic characteristics by adjusting the presentation of a transition metal since the nitride of aluminum and a transition metal can control resistance in the range wide from a good conductor to an insulator it is a suitable material. In the making process of the display furthermore mentioned later change of resistance is little stable material. And the absolute value of the temperature coefficient of resistance is the material which exists at less than 1% and is easy to use practical. TiCrTa etc. are raised as a

transition metal element.

[0065] An alloy nitride film is formed on an insulation member by thin-film-forming means such as weld slag reactive sputtering in the inside of a nitrogen gas atmosphere, electron beam evaporation, ion plating, and an ion-assisted-deposition method. Although a metallic oxide film is also producible by the same thin-film-forming method, it replaces with nitrogen gas in this case and oxygen gas is used. In addition, a metallic oxide film can be formed also by the CVD method and the alkoxide applying method. Hydrogen is made to be contained in the atmosphere under membrane formation, or a carbon film uses hydrocarbon gas for forming gas when it is produced with vacuum deposition, a sputtering technique, a CVD method, and plasma CVD method and produces especially amorphous carbon.

[0066] The low resistance film 1020c which constitutes the spacer 1020 is provided in order to electrically connect the high resistance film 1020b with the faceplate 1017 (metal back 1019 grade) by the side of high potential and the substrate 1011 (wiring 1013-1014 grade) by the side of low voltage and below a name called an intermediate electrode layer (interlayer) is also used. The intermediate electrode layer (interlayer) can have two or more functions to enumerate below.

[0067] 1) Electrically connect the high resistance film 1020b, the faceplate 1017 and substrate 1011 side.

As already indicated, the high resistance film 1020b is formed in order to prevent electrification in the spacer 1020 surface but. When the high resistance film 1020b is connected via the faceplate 1017 (metal back 1019 grade) and substrate 1011 (wiring 1013-1014 grade), director contact material 1041, it may become impossible to remove promptly the electric charge which big contact resistance generated in the terminal area interface and was generated in the spacer surface. In order to avoid this, the interlayer of low resistance was provided in the contact surface or lateral portion of the spacer 1020 in contact with the faceplate 1017 and the contact material 1041.

[0068] 2) Equalize the potential distribution of the high resistance film 1020b.

The electron emitted from the cold cathode element 1012 constitutes an electron orbit according to the potential distribution formed between the faceplate 1017 and the substrate 1011. In order to keep disorder from arising in an electron orbit near the spacer 1020, it is necessary to control the potential distribution of the high resistance film 1020b over the whole region. When the high resistance film 1020b is connected via the faceplate 1017 (metal back 1019 grade) and substrate 1011 (wiring 1013-1014 grade), director contact material 1041, for the contact resistance of a terminal area interface, the unevenness of a connected state may occur and the potential distribution of the high resistance film 1020b may shift from a desired value. In order to avoid this, the spacer 1020, the interlayer of low resistance in the overall-length region of the spacer end (\*\*\*\*\* -- being certain -- it is -- a lateral portion) which contacts the faceplate 1017 and substrate 1011 side [provide and] By impressing desired potential to this interlayer part, potential of the whole high resistance film

1020b is made controllable.

[0069]3) Control the orbit of the emission electron.

The electron emitted from the cold cathode element 1012 constitutes an electron orbit according to the potential distribution formed between the faceplate 1017 and the substrate 1011. About the electron emitted from the cold cathode element near the spacer the restrictions (wiring change of an element position etc.) accompanying installing a spacer may arise. In such a case in order to form a picture without distortion or unevenness it is necessary to control the orbit of the emitted electron and to irradiate the position of the request on the faceplate 1017 with an electron. By providing the interlayer of low resistance in the lateral portion of the field which contacts the faceplate 1017 and substrate 1011 side the desired characteristic can be given to about 1020-spacer potential distribution and the orbit of the emitted electron can be controlled.

[0070]The interlayer 1020c who is a low resistance film should just choose the material which has resistance low enough compared with the high resistance film 1020b. Metals such as nickel, Cr, Au, Mo, W, Pt, Ti, aluminum, Cu and Pd or it is suitably chosen from semiconductor materials such as a printed conductor which comprises metal, a metallic oxide, glass such as an alloy and Pd-Ag, Au, Ru, O<sub>2</sub> and Pd-Ag etc. or a transparent conductor of In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SnO<sub>2</sub> grade and polysilicon etc.

[0071]The jointing material 1041 needs to give conductivity so that the spacer 1020 may electrically connect with the line writing direction wiring 1013 and the metal back 1019. That is the frit glass which added electroconductive glue, metal particles and a conductive filler is preferred.

[0072]Dx1-Dxm and Dy1-Dyn and Hv are the terminals for electrical connection of the airtight structure established in order to electrically connect the display panel concerned and an unillustrated electric circuit. Dx1-Dxm have as electrically [ the line writing direction wiring 1013 of a multi-electron beam source and Dy1-Dyn ] as the metal back 1019 of a faceplate connected the row direction wiring 1014 of a multi-electron beam source and Hv.

[0073]In order to exhaust the inside of a tight container to a vacuum after assembling a tight container, an unillustrated exhaust pipe and a vacuum pump are connected and the inside of a tight container is exhausted to the degree of vacuum about the 7th power of minus [Torr] of ten. Then although an exhaust pipe is closed in order to maintain the degree of vacuum in a tight container, a getter film (un-illustrating) is formed in the position in a tight container just before closure or after closure. A getter film is a film which heated the getter material which uses Ba as the main ingredients for example by a heater or high frequency induction heating, vapor-deposited it and formed it and the inside of a tight container is maintained by the degree of vacuum of the 5th power of  $1 \times 10$  minus or the 7th power of  $1 \times 10$  minus [Torr] by the adsorbing action of this getter film.

[0074]If the image display device using the display panel explained above impresses

voltage to each cold cathode element 1012 through the container outer edge children Dx1 thru/or DxmDy1 or Dynelectrons will be emitted from each cold cathode element 1012. The high voltage of hundreds [V] thru/or a number [kV] is impressed to the metal back 1019 for a container outer edge child through Hv simultaneously with it the electron emitted [above-mentioned] is accelerated and it is made to collide with the inner surface of the faceplate 1017. The fluorescent substance of each color which makes the fluorescent screen 1018 is excited by this light is emitted and a picture is displayed.

[0075] The impressed electromotive force to the surface conduction type emission elements 1012 of this embodiment which is a cold cathode element Usually 12 – 16 [V] grade The distance d of the metal back 1019 and the cold cathode element 1012 is 0.1 [mm] to 8 [mm] grade and 10 [kV] grades from the voltage 0.1 between the metal back 1019 and the cold cathode element 1012 [kV].

[0076] In the above the basic constitution of the display panel of this embodiment the process and the outline of the image display device were explained.

[0077] (2) Explain the manufacturing method of a multi-electron beam source next the manufacturing method of a multi-electron beam source used for the display panel of said example. If the multi-electron beam source used for the image display device of this embodiment is an electron source which carried out passive-matrix wiring of the cold cathode element there will be no restriction in the material the shape or the process of a cold cathode element. Therefore cold cathode elements such as surface conduction type emission elements FE type or an MIM type can be used for example.

[0078] However especially under the circumstances where a display large a display screen and cheap moreover is called for surface conduction type emission elements are preferred also in these cold cathode elements. That is in FE type in order that the relative positions and shape of an emitter cone and a gate electrode may influence an electron emission characteristic greatly very highly precise production technology is needed but this becomes a disadvantageous factor for attaining large-area-izing and reduction of a manufacturing cost. In an MIM type although it is necessary to make thickness of an insulating layer and an upper electrode for it to be thin and uniform moreover it becomes a disadvantageous factor for this also attaining large-area-izing and reduction of a manufacturing cost. In that respect since the manufacturing method of surface conduction type emission elements is comparatively simple large-area-izing and reduction of a manufacturing cost are easy for them. Artificers have found out that what formed an electron emission part or its periphery from particle membranes divides and it excels in an electron emission characteristic and can moreover manufacture easily also in surface conduction type emission elements. Therefore in order to use for the multi-electron beam source of the image display device of a big screen with high-intensity it can be said that it is the most suitable. Then in the display panel of the above-mentioned embodiment the surface conduction type emission elements which formed an electron emission part or its periphery from particle



membranes were used. Then fundamental composition a process and the characteristic are first explained about suitable surface conduction type emission elements and the structure of the multi-electron beam source which carried out passive-matrix wiring of many elements after that is described.

[0079](Suitable element composition and a process of surface conduction type emission elements) Two kinds a flat-surface type and a vertical type are raised to the typical composition of the surface conduction type emission elements which form an electron emission part or its periphery from particle membranes.

[0080](Flat-surface type surface conduction type emission elements) Flat-surface type the element composition and the process of surface conduction type emission elements are explained first. Drawing 6 is the top view (a) and sectional view (b) for explaining the composition of flat-surface type surface conduction type emission elements. The electron emission part in which 1104 formed a substrate and 1102 and 1103 in with the element electrode and was formed in with the conductive thin film and 1101 formed 1105 by energization foaming processing and 1113 are the thin films formed by energization activation among a figure.

[0081]As the substrate 1101 various glass substrates including silica glass or blue plate glass the substrate which laminated the insulating layer made from for example  $\text{SiO}_2$  on various ceramics boards including alumina or an above-mentioned various base etc. can be used for example.

[0082]The element electrodes 1102 and 1103 which countered a substrate's face and parallel and were provided on the substrate 1101 are formed with the material which has conductivity. For example the alloy of metal including nickel Cr Au Mo W Pt Ti Cu Pd Ag etc. or these metal or  $\text{In}_2\text{O}_3$  What is necessary is to choose material and just to use it suitably out of semiconductor such as metallic oxides including  $\text{-SnO}_2$  and polysilicon etc. In order to form an electrode if it uses for example combining film production arts such as vacuum deposition and patterning arts such as photo lithography and etching it can form easily but even if it forms using the other method (for example printing technique) it does not interfere.

[0083]The shape of the element electrodes 1102 and 1103 is suitably designed according to the purpose of applying the electron emission element concerned. Generally although the electrode spacing L usually chooses a numerical value suitable from the range of hundreds of micrometers from hundreds of  $\text{\AA}$  and is designed the range of 10 micrometers of numbers is more preferred than several micrometers in order to apply to a display especially. About thickness [ of an element electrode ] d a suitable numerical value is usually chosen from the range of several micrometers from hundreds of  $\text{\AA}$ .

[0084]Particle membranes are used for the portion of the conductive thin film 1104. The particle membranes described here put the thing of the film (the aggregate of island shape is also included) which contained many particles as a component. If particle membranes are investigated microscopically the structure which the structure

where each particle is arranged and has been arranged the structure which particles adjoined mutually or particles usually overlapped mutually will be observed.

[0085] Although the particle diameter of the particles used for particle membranes is contained in the range of thousands of [several to ] Å, the thing of the range of 10 to 200 Å is especially preferred. The thickness of particle membranes is suitably set up in consideration of terms and conditions which are described below. That is, they are conditions required in order to make it the proper value which mentions later the electrical resistance of particle membranes itself [conditions required to electrically connect with the element electrode 1102 or 1103, good conditions required to perform energization foaming mentioned later, good and ] etc. Although set up in the range of thousands of [several to ] Å, specifically it is especially desirable for 10 to 500 Å.

[0086] As a material by which it is used for forming particle membranes and in which it deals, for example, metal including Pd, Pt, Ru, Ag, Au, Ti, In, Cu, Cr, Fe, Zn, Sn, Ta, W, Pb, etc.; Oxides including PdO, SnO<sub>2</sub> and In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, PbO and Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, etc.; Borides including HfB<sub>2</sub>, ZrB<sub>2</sub>, LaB<sub>6</sub>, CeB<sub>6</sub>, YB<sub>4</sub>, Gd<sub>2</sub>B<sub>4</sub>, etc.; Semiconductors including nitrides including carbide including TiC, ZrC, HfC, TaC, SiC, WC, etc.; TiN, Zn, Ni, Hf, N, etc.; Germanium, etc.; carbon, etc. are raised and it is suitably chosen from these.

[0087] Although the conductive thin film 1104 was formed by particle membranes, about the sheet resistance value, it is set up to have stated above so that it might be contained in the range of the 7th power [ohm/□] of 10 from the cube of 10.

[0088] Since electrically being connected is good as for the conductive thin film 1104 and the element electrodes 1102 and 1103, the structure where mutual parts overlap has been taken. In the example of drawing 6, although the method of the lap was laminated in order of the substrate, the element electrode and the conductive thin film from the bottom, even if it laminates in order of substrate, conductive thin film and element electrode \*\* from the bottom depending on the case, it does not interfere.

[0089] The electron emission part 1105 is a portion of the letter of a crack formed in some conductive thin films 1104 and has high resistance character rather than the surrounding conductive thin film electrically. A crack is formed by processing energization foaming mentioned later to the conductive thin film 1104. In a crack, a particle with a particle diameter of hundreds of [several to ] Å may be arranged. Since it was difficult to illustrate the position and shape of an actual electron emission part precisely and correctly, it was typically shown in drawing 6.

[0090] The thin film 1113 is a thin film which consists of carbon or carbon compounds and has covered the electron emission part 1105 and its neighborhood. The thin film 1113 is formed by processing the energization activation mentioned later after energization foaming processing.

[0091] the thin film 1113 -- single crystal graphite, polycrystal graphite, amorphous carbon and \*\*\*\*\* -- it is -- or although it is the mixture and thickness takes below 500 [Å], it is still more preferred that it takes below 300 [Å].

[0092] Since it was difficult to illustrate the position and shape of the actual thin film

1113 precisely was typically shown in drawing 6. In the top view (a) the element which removed some thin films 1113 was illustrated.

[0093] As mentioned above although the basic constitution of the desirable element was described the following elements were used in this embodiment.

[0094] That is Ni membrane was used for the element electrodes 1102 and 1103 at the substrate 1101 using blue plate glass. Thickness  $d$  of the element electrode set to 1000 [angstrom] and the electrode spacing  $L$  was set to 2 [a micrometer].

[0095] Using Pd or PdO as a main material of particle membranes thickness of particle membranes was set to about 100 [angstrom] and width  $W$  was set to 100 [a micrometer].

[0096] Next the manufacturing method of suitable flat-surface type surface conduction type emission elements is explained. (a) - (d) of drawing 7 is a sectional view for explaining the manufacturing process of surface conduction type emission elements and the notation of each member of it is the same as that of said drawing 6.

[0097] 1) First as shown in drawing 7 (a) form the element electrodes 1102 and 1103 on the substrate 1101.

[0098] If in charge of forming the material of an element electrode is made to fully deposit the substrate 1101 after washing using a detergent pure water and an organic solvent beforehand. (As a method of depositing\*\*\*\*\* is good in vacuum-film-formation arts such as vacuum deposition and a sputtering technique for example.) The deposited electrode material is patterned after that using photo lithography etching technology and the element electrode (1102 and 1103) of the couple shown in (a) is formed.

[0099] 2) Next as shown in the figure (b) form the conductive thin film 1104.

[0100] After in forming applying an organometallic solution to the substrate of the above (a) first drying carrying out heating baking treatment and forming particle membranes it patterns after predetermined shape by photo lithography etching. Here an organometallic solution is a solution of the organic metallic compound which uses as main elements material of particles used for a conductive thin film. (Specifically by this embodiment Pd was used as a main element.) Although the dipping method was used as a coating method in the embodiment it is other for example the spinner method and a spray method may be used.

[0101] As a method for film deposition of the conductive thin film made from particle membranes vacuum deposition methods and sputtering techniques other than the method by spreading of the organometallic solution used by this embodiment or modified chemical vapor deposition may be used.

[0102] 3) Next as shown in the figure (c) impress proper voltage among the element electrodes 1102 and 1103 from the power supply 1110 for foaming perform energization foaming processing and form the electron emission part 1105.

[0103] Energization foaming processing is processing changed to a suitable structure to energize to the conductive thin film 1104 of the figure (b) made from particle

membranes make the part break change or deteriorate suitably and perform electron emission. The suitable crack for a thin film is formed in the portion (namely electron emission part 1105) which changed to a suitable structure to perform electron emission among the conductive thin films made from particle membranes. After being formed [before the electron emission part 1105 is formed] the electrical resistance measured among the element electrodes 1102 and 1103 increases substantially.

[0104] In order to explain an energizing method in more detail an example of the proper voltage waveform impressed from the power supply 1110 for foaming is shown in drawing 8. When forming the conductive thin film made from particle membranes pulse form voltage was preferred and when it was this embodiment as it was shown in the figure the chopping-sea pulse of the pulse width T1 was continuously impressed with the pulse interval T2. On that occasion pressure up of the peak value Vpf of a chopping-sea pulse was carried out one by one. Monitor pulse Pm for monitoring the formation state of the electron emission part 1105 was inserted between chopping-sea pulses at the proper interval and the current which flows in that case was measured with the ammeter 1111.

[0105] In the embodiment for example under the vacuum atmosphere about the 5th power of minus [torr] of 10 pulse width T1 was set to 1 [a ms] the pulse interval T2 was set to 10 [a ms] and pressure up of 0.1 every [V] of the peak value Vpf was carried out for every pulse. And whenever it carried out 5 pulse applying of the chopping sea monitor pulse Pm was inserted at 1 time of the rate. The voltage Vpm of the monitor pulse was set as 0.1 [V]s not have an adverse effect on foaming processing. And the energization in connection with foaming processing was ended in the stage from which the electrical resistance between the element electrodes 1102 and 1103 became the 6th power [ohm] of  $1 \times 10$  i.e. the stage from which the current measured with the ammeter 1111 at the time of monitor pulse applying became the 7th power of below minus [A] of  $1 \times 10$ .

[0106] It is a desirable method related with the surface conduction type emission elements of this embodiment for example as for the above-mentioned method when the design of surface conduction type emission elements such as material thickness or the element electrode interval L of particle membranes is changed it is desirable to change the conditions of energization suitably according to it.

[0107] 4) Next as shown in (d) of drawing 7 impress proper voltage among the element electrodes 1102 and 1103 from the power supply 1112 for activation perform energization activation and improve an electron emission characteristic.

[0108] Energization activation is processing which energizes on proper conditions to the electron emission part 1105 of the figure (c) formed by said energization foaming processing and makes carbon or carbon compounds deposit on the neighborhood. (In the figure the sediment which consists of carbon or carbon compounds was typically shown as the member 1113.) In addition the emission current in the same impressed electromotive force can be made to increase to 100 or more times typically [before

carrying out ] by performing energization activation.

[0109] Carbon or carbon compounds which makes the origin the organic compound which exists in a vacuum atmosphere is made to specifically deposit by impressing a voltage pulse periodically in the vacuum atmosphere within the limits of the 4th power of minus of 10 thru/or the 5th power of minus [torr] of 10. the sediment 1113 -- single crystal graphite polycrystal graphite amorphous carbon and \*\*\*\*\* -- it is -- or it is the mixture and thickness is below 300 [angstrom] more preferably below 500 [angstrom].

[0110] In order to explain an energizing method in more detail an example of the proper voltage waveform impressed to (a) of drawing 9 from the power supply 1112 for activation is shown. In this embodiment although the square wave of fixed voltage was impressed periodically and energization activation was performed 14 [V] set voltage Vac of the square wave to 10 [a ms] and specifically pulse width T3 carried out 1 [a ms] and the pulse interval T4. They are desirable conditions about the surface conduction type emission elements of this embodiment and as for above-mentioned energizing conditions when the design of surface conduction type emission elements is changed it is desirable to change conditions suitably according to it.

[0111] 1114 shown in (d) of drawing 7 is an anode electrode for catching the emission current  $I_e$  emitted from these surface conduction type emission elements and DC high voltage power 1115 and the ammeter 1116 are connected. (After incorporating the substrate 1101 into a display panel in addition in performing activation) The phosphor screen of a display panel is used as the anode electrode 1114. While impressing voltage from the power supply 1112 for activation the emission current  $I_e$  is measured with the ammeter 1116 the advancing state of energization activation is monitored and operation of the power supply 1112 for activation is controlled. Although an example of the emission current  $I_e$  measured with the ammeter 1116 is shown in drawing 9 (b) if it begins to impress pulse voltage from the activation power supply 1112 the emission current  $I_e$  will increase with progress of time but it will be saturated soon and will hardly increase. Thus when the emission current  $I_e$  is saturated mostly the voltage impressing from the power supply 1112 for activation is suspended and energization activation is ended.

[0112] They are desirable conditions about the surface conduction type emission elements of this embodiment and as for above-mentioned energizing conditions when the design of surface conduction type emission elements is changed it is desirable to change conditions suitably according to it.

[0113] The flat-surface type surface conduction type emission elements shown in drawing 7 (e) as mentioned above were manufactured.

[0114] Another typical composition of the surface conduction type emission elements which formed (the surface conduction type emission elements of a vertical type) next an electron emission part or its circumference from particle membranes i.e. the composition of the surface conduction type emission elements of a vertical type is

explained.

[0115] Drawing 10 is a typical sectional view for explaining the basic constitution of a vertical type the conductive thin film in which a substrate and 1202 and 1203 used the element electrode 1206 used the level difference formation member and as for 1204 1201 in a figure used particle membrane the electron emission part which formed 1205 by energization foaming processing and the thin film which formed 1213 by energization activation -- it comes out.

[0116] One of the two (1202) of the element electrodes is provided on the level difference formation member 1206 and the point that a vertical type differs from the flat-surface type explained previously is one of the points that the conductive thin film 1204 has covered the side of the level difference formation member 1206. Therefore the element electrode interval L in the flat-surface type of said drawing 6 is set up as the level difference quantity Ls of the level difference formation member 1206 in a vertical type. It is possible to attach without the substrate 1201 the element electrodes 1202 and 1203 and the conductive thin film 1204 using particle membranes and to use similarly the material enumerated during said flat-surface type explanation. Material of insulation electrically like SiO<sub>2</sub> is used for the level difference formation member 1206 for example.

[0117] Next the process of the surface conduction type emission elements of a vertical type is explained. (a) - (f) of drawing 11 is a sectional view for explaining a manufacturing process and the notation of each member of it is the same as that of said drawing 10.

[0118] 1) First as shown in drawing 11 (a) form the element electrode 1203 on the substrate 1201.

2) Next as shown in the figure (b) laminate the insulating layer 1206 for forming a level difference formation member. Although the insulating layer 1206 should just laminate SiO<sub>2</sub> by a sputtering technique for example other methods for film deposition such as a vacuum deposition method and print processes may be used for it for example.

3) Next as shown in the figure (c) form the element electrode 1202 on the insulating layer 1206.

4) Next as shown in the figure (d) remove a part of insulating layer 1206 of the figure (c) for example using an etching method and expose the element electrode 1203.

5) Next as shown in the figure (e) form the conductive thin film 1204 using particle membranes. What is necessary is just to use membrane formation arts such as the applying method as well as [ for example ] a said flat-surface type case in order to form.

6) Next as well as a said flat-surface type case perform energization foaming processing and form the electron emission part 1205 in the conductive thin film 1204 of the figure (e). (What is necessary is just to perform flat-surface type energization foaming processing in which it explained using drawing 7 (c) and same processing)

7) Next perform energization activation and make carbon or the carbon compounds 1213 deposit near the electron emission part as well as a said flat-surface type case.

(What is necessary is just to perform flat-surface type energization activation explained using drawing 7 (d) and same processing) The surface conduction type emission elements of the vertical type shown in drawing 11 (f) as mentioned above were manufactured.

[0119] (Characteristic of surface conduction type emission elements of having used for the display) Although element composition and a process were explained above about the surface conduction type emission elements of a flat-surface type and a vertical type, the characteristic of an element of next having used for the display is described.

[0120] The typical example of the opposite (emission current  $I_e$ ) (element impressed electromotive force  $V_f$ ) characteristic and (element current  $I_f$ ) the opposite (element impressed electromotive force  $V_f$ ) characteristic of the element used for the display is shown in drawing 12. Since the emission current  $I_e$  was remarkably small compared with the element current  $I_f$  and it was difficult to illustrate with the same measure and also these characteristics were what changes by changing design parameters such as a size of an element and shape, two graphs were respectively illustrated in the arbitrary unit.

[0121] The element used for the display has the three characteristics described below about the emission current  $I_e$ .

[0122] If the voltage of the size more than a certain voltage (this is called the threshold voltage  $V_{th}$ ) is impressed to an element in the first place, the emission current  $I_e$  will increase rapidly, but on the other hand on the voltage of less than the threshold voltage  $V_{th}$ , the emission current  $I_e$  is hardly detected. That is, it is the nonlinear element which had the clear threshold voltage  $V_{th}$  about the emission current  $I_e$ .

[0123] Since the emission current  $I_e$  changes depending on the voltage  $V_f$  impressed to an element, it can control [ second ] the size of the emission current  $I_e$  by the voltage  $V_f$ .

[0124] Since the speed of response of the current  $I_e$  emitted [ third ] from an element to the voltage  $V_f$  impressed to an element is quick, the amount of electronic charge emitted from an element is controllable by the length of time to impress the voltage  $V_f$ .

[0125] Since it had the above characteristics, surface conduction type emission elements were able to be used conveniently for a display. For example, in the display which provided many elements corresponding to the pixel of a display screen, if the first characteristic is used, it is possible to display by scanning a display screen sequentially. That is, according to desired light emitting luminance, the voltage more than the threshold voltage  $V_{th}$  is suitably impressed to the element under drive, and the voltage of less than the threshold voltage  $V_{th}$  is impressed to the element of a non selection state. By changing the element to drive one by one, it is possible to display by scanning a display screen sequentially.

[0126]the second characteristic -- or since light emitting luminance is controllable by using the third characteristic it is possible to perform a gradient display.

[0127](The structure of the multi-electron beam source which carried out passive-matrix wiring of many elements)next the structure of the multi-electron beam source which arranged above-mentioned surface conduction type emission elements on the substrate and carried out passive-matrix wiring are described.

[0128]What is shown in drawing 2 is the top view of a multi-electron beam source used for the display panel of said drawing 1. On a substrate the same surface conduction type emission elements as what was shown by said drawing 6 are arranged and these elements are wired in the shape of a passive matrix with the line writing direction wiring electrode 1013 and the column direction wiring electrode 1014. The insulating layer (un-illustrating) is formed in inter-electrode and the electric insulation is maintained at the portion which the line writing direction wiring electrode 1013 and the column direction wiring electrode 1014 intersect.

[0129]The section in alignment with B-B' of drawing 2 is shown in drawing 3.

[0130]Beforehand the multi electron source of such a structure on a substrate The line writing direction wiring electrode 1013 the column direction wiring electrode 1014 an inter-electrode insulating layer (un-illustrating) And after forming the element electrode and conductive thin film of surface conduction type emission elements it manufactured by supplying electric power to each element via the line writing direction wiring electrode 1013 and the column direction wiring electrode 1014 and performing energization foaming processing and energization activation.

[0131](3) Drive circuit composition (and drive method)

Drawing 13 shows the outline composition of the drive circuit for performing a television display based on the TV signal of NTSC system with a block diagram. Among the figure the display panel 1701 is equivalent to the display panel mentioned above and as mentioned above it is manufactured and it operates. The scanning circuit 1702 scans a display line and the control circuit 1703 generates the signal etc. which are inputted into the scanning circuit 1702. The shift register 1704 shifts the data in every line and the line memory 1705 inputs the data for one line from the shift register 1704 into the modulating-signal generator 1707. The synchronizing signal separate circuit 1706 separates a synchronized signal from an NTSC signal.

[0132]Hereafter the function of each part of a device of drawing 13 is explained in detail.

[0133]The display panel 1701 is first connected with the external electric circuit via the terminals Dx1 thru/or Dxm the terminals Dy1 thru/or Dyn and the secondary terminal Hv. among these the multi-electron beam source established in the display panel 1701 at the terminals Dx1 thru/or Dxmi.e. the cold cathode element by which matrix wiring was carried out at the matrix form of the m line n sequence -- every [ one line (n element) ] -- the scanning signal for driving one by one is impressed. On the other hand the modulating signal for controlling the output electron beam of each



n element selected with said scanning signal for one line is impressed to the terminals Dy1 thru/or Dyn. Although the direct current voltage of 5 [kV] is supplied to the secondary terminal Hv from the direct current voltage supply Va for example this is the accelerating voltage for giving sufficient energy to excite a fluorescent substance to the electron beam outputted from a multi-electron beam source.

[0134] Next the scanning circuit 1702 is explained. The circuit equips an inside with m switching elements (typically shown by S1 thru/or Sm among the figure) and each switching element. The output voltage of the direct current voltage supply Vx or either of 0 [V]s (ground level) is chosen and it electrically connects with the terminals Dx1 thru/or Dxm of the display panel 1701. Although each switching element of S1 thru/or Sm operates based on the control signal Tscan which the control circuit 1703 outputs, it can be easily constituted by combining an actual for example switching element like FET. Said direct current voltage supply Vx are set up output fixed voltage so that the driver voltage impressed to the element which is not scanned based on the characteristic of the electron emission element illustrated to drawing 12 may become below in electron emission threshold voltage Vth voltage.

[0135] The control circuit 1703 has the work in which operation of each part is adjusted so that a suitable display may be performed based on the picture signal inputted from the exterior. Based on the synchronized signal Tsync sent from the synchronizing signal separate circuit 1706 explained below, each control signal of Tscan, Tsft and Tmry is generated to each part. The synchronizing signal separate circuit 1706 is a circuit for separating a synchronized signal ingredient and a luminance signal component and if a frequency separation (filter) circuit is used as known well, it can consist of easily TV signals of the NTSC system inputted from the outside. It consisted of a Vertical Synchronizing signal and a Horizontal Synchronizing signal so that it might be known well but the synchronized signal separated by the synchronizing signal separate circuit 1706 was illustrated as a Tsync signal after [expedient] explaining here. On the other hand, the signal is inputted into the shift register 1704 although the luminance signal component of the picture separated from said TV signal is expressed as a DATA signal for convenience.

[0136] The shift register 1704 is for carrying out serial/parallel conversion of said DATA signal inputted serially for every line of a picture and operates based on the control signal Tsft sent from said control circuit 1703. That is, it can also be put in another way as the control signal Tsft being a shift clock of the shift register 1704. The data for the picture of one line by which serial/parallel conversion was carried out (it is equivalent to an electron emission element n matter henchman's drive data) is outputted from said shift register 1704 as n signals of Id1 thru/or Idn.

[0137] The line memory 1705 is memory storage for between required time to memorize the data for the picture of one line and memorizes the contents of Id1 thru/or Idn suitably according to the control signal Tmry sent from the control circuit 1703. The memorized contents are outputted as I'd1 thru/or I'dn and are inputted into

the modulating-signal generator 1707.

[0138]The modulating-signal generator 1707 is a signal source for carrying out the drive abnormal conditions of each of the electron emission element 1015 appropriately according to each of said image data I'd1 thru/or I'dn and the output signal is impressed to the electron emission element 1015 in the display panel 1701 through the terminals Dy1 thru/or Dyn.

[0139]As explained using drawing 12 the surface conduction type emission elements in connection with this embodiment have the following basic characteristics to the emission current  $I_e$ . That is there is the clear threshold voltage  $V_{th}$  (the surface conduction type emission elements of the example mentioned later 8 [V]s) in an electron emission element and only when the voltage beyond the threshold  $V_{th}$  is impressed electron emission arises. To the voltage beyond the electron emission threshold  $V_{th}$  the emission current  $I_e$  also changes according to the change of potential like the graph of drawing 12. When impressing pulse form voltage to this element even if it impresses the voltage below the electron emission threshold  $V_{th}$  for example electron emission is not produced from this but when impressing the voltage beyond the electron emission threshold  $V_{th}$  an electron beam is outputted from surface conduction type emission elements. In that case it is possible by changing the peak value  $V_m$  of a pulse to control the intensity of an output electron beam. It is possible to control the total amount of the electric charge of the electron beam outputted by changing the width  $P_w$  of a pulse.

[0140]Therefore according to an input signal a voltage modulation method pulse width modulation etc. are employable as a method which modulates an electron emission element. It faces carrying out a voltage modulation method and the circuit of a voltage modulation method which generates the voltage pulse of fixed length and modulates the peak value of a pulse suitably according to the data inputted can be used as the modulating-signal generator 1707. It faces carrying out pulse width modulation and the circuit of pulse width modulation which generates the voltage pulse of fixed peak value and modulates the width of a voltage pulse suitably according to the data inputted can be used as the modulating-signal generator 1707.

[0141]The thing of a digital signal type or the thing of an analog signal type can also be used for the shift register 1704 or the line memory 1705. That is it is because serial/parallel conversion and memory of a picture signal should just be performed at the rate of predetermined.

[0142]What is necessary is to digital-signal-ize output signal DATA of the synchronizing signal separate circuit 1706 to use a digital signal type but just to form an A/D converter in this at the outputting part of the synchronizing signal separate circuit 1706. The circuit where the output signal of the line memory 115 is used for a modulating-signal generator by the digital signal or an analog signal in relation to this becomes a little different thing. That is in the case of the voltage modulation method using a digital signal an amplifying circuit etc. are added to the modulating-signal

generator 1707 if needed for example using a D/A conversion circuit.

[0143] In the case of pulse width modulation the circuit which combined the comparator (comparator) which compares with the output value of said memory the output value of a calculating machine (counter) and a calculating machine which calculates the wave number which a high-speed oscillator and an oscillator output for example is used for the modulating-signal generator 1707. The amplifier for amplifying the voltage of the modulating signal which a comparator outputs and by which Pulse Density Modulation was carried out to the driver voltage of an electron emission element if needed can also be added.

[0144] In the case of the voltage modulation method using an analog signal the amplifying circuit which used the operational amplifier etc. for example can be adopted as the modulating-signal generator 1707 and a shift level circuit etc. can also be added to it if needed. In the case of pulse width modulation a voltage-controlled oscillating circuit (VCO) can be adopted and the amplifier for amplifying the voltage to the driver voltage of an electron emission element if needed can also be added to it for example.

[0145] In the image display device which can apply this embodiment which can take such composition electron emission arises by impressing voltage to each electron emission element via the container outer edge children  $Dx1$  thru/or  $Dxm$   $Dy1$  or  $Dyn$ . And high voltage is impressed to the metal back 1019 or a transparent electrode (un-illustrating) via the secondary terminal  $Hv$  and an electron beam is accelerated. The accelerated electron collides with the fluorescent screen 1018 luminescence produces it and a picture is formed.

[0146] The composition of the image display device described here is an example of the image forming device which can apply this invention and various modification is possible for it based on the thought of this invention. Although NTSC system was held about the input signal an input signal is not restricted to this and can also adopt the television signal (high-definition TVs including MUSE) method which consists of many scanning lines from these besides PAL and SECAM system etc.

[0147] (spacer) The low resistance film 1020c (interlayer) is formed in the end (the contact surface or lateral portion of the spacer 1020) which contacts said high resistance film 1020b the faceplate 1017 and the substrate 1011 as mentioned above. Each low resistance film 1020c (interlayer) by the side of the faceplate 1017 and the substrate 1011 is electrically connected with the high resistance film 1020b. When a protuberance form portion exists in the shape of the low resistance film 1020c (interlayer) temporarily change of a steep electric field arises around it a height becomes a cause and discharge is caused.

[0148] The example of the projection shape of the concrete low resistance film 1020c (interlayer) is shown in drawing 14 A and drawing 14 B. Drawing 14 A is an example in the end of the high resistance film 1020b and the low resistance film 1020c (interlayer) of the side of the joined part by the side of the faceplate 1017 and the substrate 1011. In this example the low resistance film 1020c (interlayer) forms the

angle which is 90 degrees and the electric field of the portion which makes this right angle becomes strong. In drawing 14 Bin order that the straight side side lateral portion of the spacer 1020 and the shorter side side lateral portion may make the angle of 90 degrees mutually the electric field of the crossing axis part becomes strong.

[0149] Below the measure for these problems is described.

[0150] Since a steep change of an electric field was not produced the low resistance film 1020c (interlayer) consisted of only a straight line and a curve with large curvature. That is he is trying not to include shapes such as a curve with small projection acute angle and curvature radius in the exposed portion in the tight container of the edge of the low resistance film 1020c.

[0151] The distance between the low resistance films 1020c (the faceplate 1017 side and the substrate 1011 side) of both spacers 1020 expressed with below-mentioned drawing 15 G When a curvature radius [ in / for the voltage impressed between the above-mentioned low resistance films 1020c / the end of  $V_a$  and the low resistance film 1020c ] is set to  $r$  the maximum field intensity  $E_{max}$  produced at the end of the low resistance film 1020c is  $E_{max} = \beta (V_a / G)$  in general.

$\beta = [2 (G/r) / \ln (4 G/r)]$

It comes out and is expressed.  $(V_a / G)$  is an average electric field produced among both low resistance films 1020c and the coefficient  $\beta$  expresses with the end of the low resistance film 1020c here the ratio into which an electric field becomes strong. The above-mentioned formula corresponds when a height has the shape near the symmetry of revolution toward an average electric field direction. In this embodiment since it becomes the composition of having the low resistance film 1020c at both the surface and the rear face to the thickness direction of a spacer it is thought that it corresponds in the middle of rotational symmetry shape and plane symmetry shape (for example cylindrical shape etc.). In plane symmetry shape the coefficient  $\beta$  is  $\beta = (1/4) - \text{root } (G/r)$  in general.

It can estimate. That is when  $\beta$  is 100 times in the symmetry of revolution in plane symmetry  $\beta$  will be about 10 times. Therefore if the case of this embodiment is estimated coarsely it will be presumed that  $\beta$  will be about 50 times from 20 times.

[0152] Theoretically if it produces above the electric field of a 9th power  $[V/m]$  order it has estimated but if the electron emission by the strong electric field formed the neighborhood [ a projection an angle etc. ] exceeds the 7th power  $[V/m]$

exponentially it is said for the probability of field emission to increase. The phenomenon in which a still very smaller projection exists in a projection or an angle as this cause and the electric field is increasing etc. are pointed out. Therefore in the range of the producing method which can be used now also in the case of this embodiment and which can be mass-produced it is preferred to stop the above-mentioned maximum field intensity below to the 7th power  $[V/m]$ . Of course operation in the electric field region of the 9th power  $[V/m]$  is also possible by using the spacer

produced very carefully without generating discharge.

[0153] Although the mutual field used the spacer of the rectangular parallelepiped shape which makes 90 degrees in the above example in each ridge line as for the composition of the low resistance film 1020c in this invention in the case of the spacer of the shape which makes the angle of 150 degrees or less in general an effect shows up in the ridge line between lateral portions to make. Therefore this invention is applicable also to a right hexagonal prism or a right octagon pilaster-like spacer for example.

[0154] The example of a device is raised to below and this embodiment is explained further in full detail.

[0155]. In each embodiment described below mentioned above as a multi-electron beam source. The multi-electron beam source which carried out matrix wiring (refer to drawing 1 and drawing 2) of the surface conduction type emission elements of the NxM individual ( $N=3072$ ,  $M=1024$ ) of a type which has an electron emission part to the inter-electrode conductive particle film with line writing direction wiring of M book and the row direction wiring of N book was used.

[0156] The silicon nitride film was formed in the glass surface homogeneous as a rear plate (20 mm in length 5 mm in width and 0.2 mm in thickness) by a 0.5-micrometer sputtering technique and this was made into the insulation member 1020a. As a high resistance film what laminated the chromium oxide film was used for the Cr-aluminum alloy nitride film or the membrane surface to cut. Thickness is 200 nm and 5 nm respectively. It is possible to use the high resistance film of not only this but this invention.

[0157] Next as a low resistance film except for the end the Au membrane of 0.1-micrometer thickness was formed in the 1013rd page of line writing direction wiring and the 1019th page of a metal back and parallel with band-like [ equal-width / of  $H=30$  micrometers ] so that it might be shown to a terminal area with the faceplate and rear plate side i.e. drawing 1 (drawing 15).

[0158] Drawing 24 is a figure explaining the method of producing the low resistance film 1020c of the spacer 1020. After being installed in the submask 1051 which the spacer 1020 dashes against the long side side of a spacer and has a part (figure (a)) the mask 1502 is arranged so that the spacer 1020 may be covered.

[0159] The pattern is formed in the mask 1502 so that the spacer 1020 may be exposed corresponding to the low resistance film 1020c of desired shape and the predetermined curvature radius is given to it in the field 1503 especially corresponding to the end of the low resistance film 1020c. Since this curvature radius is not less than several micrometers it can be formed using the usual etching method etc. The mask produced in the same manners can be used also about the mask used below by a 2nd embodiment mentioned later. In the state where it has been arranged as mentioned above the low resistance film 1020c was produced using the sputtering technique.

[0160]As another producing method it irradiates with a high-output laser beam the end of the low resistance film 1020c produced by the sputtering technique is removed and there is also a method of obtaining desired shape. In this method a relative location gap of the spacer 1020 and the mask 1502 arises and it also becomes a means to prevent an electric field from removing a garbage and becoming strong in the case where it is formed so that a low resistance film may intersect the side face end of a spacer etc.

[0161]The end of the band-like low resistance film 1020c has been arranged so that it may come to the  $l = 20$ -micrometer inside from the end of a spacer (drawing 15). The portion of the edge of the both ends A of the low resistance film 1020c has given the curvature radius  $r$  of 20 micrometers and has connected it with the straight part B smoothly. The discharge produced by this when high tension is applied between a faceplate and a rear plate was prevented. The position of the end of the low resistance film 1020c should just go into the range by which the orbit of the electron emitted from an element is not influenced. The curvature radius  $r$  attached to a corner is not limited to the size of this embodiment but should just apply the size shown in the above-mentioned.

[0162]The spacer is connected using the metal back and the conductive frit glass on line writing direction wiring and a faceplate. Conductive frit uses what mixed the conductive particle which carried out golden coating of the surface for glass frit glass and has electrically connected it with the antistatic film of a spacer surface line writing direction wiring or a faceplate.

[0163]According to this embodiment the display panel which has arranged the spacer 1020 shown in drawing 1 mentioned above was produced. Hereafter it explains in full detail using drawing 1 and drawing 5. First the substrate 1011 which formed the line writing direction wiring electrode 1013 the column direction wiring electrode 1014 the inter-electrode insulating layer (un-illustrating) and the element electrode and conductive thin film of surface conduction type emission elements on the substrate beforehand was fixed to the rear plate 1015. Next the inside of the surface of the insulation member 1020a which consists of soda lime glass the spacer 1020 (the height 5 [mm].) which formed the high resistance film 1020b of the after-mentioned [ page / 4th ] exposed in a tight container and formed the low resistance film 1020c as a conducting film to the contact surface The board thickness 200 [micrometer] and 20 mm in length were fixed in parallel with the line writing direction wiring 1013 by regular intervals on the line writing direction wiring 1013 of the substrate 1011.

[0164]Then the faceplate 1017 in which the fluorescent screen 1018 and the metal back 1019 were attached to the inner surface has been arranged to the 5-mm upper part of the substrate 1011 via the side attachment wall 1016 and each joined part of the rear plate 1015 the faceplate 1017 the side attachment wall 1016 and the spacer 1020 was fixed to it. The joined part of the substrate 1011 and the rear plate 1015 the joined part of the rear plate 1015 and the side attachment wall 1016 and the joined

part of the faceplate 1017 and the side attachment wall 1016 applied frit glass (un-illustrating) and sealed it by calcinating 10 minutes or more at 400 °C thru/or 500 °C in the atmosphere.

[0165] By the substrate 1011 side the spacer 1020 on the line writing direction wiring 1013 (line width 300 [micrometer]) In the faceplate 1017 side it arranges on the 1019th page of a metal back via the conductive frit glass (un-illustrating) which mixed conducting materials such as a conductive filler or metal. Simultaneously with sealing of the above-mentioned tight container it pasted up by calcinating 10 minutes or more at 400 °C thru/or 500 °C in the atmosphere and electric connection was also made.

[0166] In this embodiment the fluorescent screen 1018 As shown in drawing 16 each color fluorescent substance 21a adopts the stripe shape prolonged in a column direction (the direction of Y) The black conductor 21b is used by the fluorescent screen arranged so that not only between between each color fluorescent substance (RGB) 21a but each pixel of the direction of Y may be separated and the spacer 1020 It has been arranged via the metal back 1019 in a black conductor 21b field (line width 300 [micrometer]) parallel to a line writing direction (the direction of X). When performing the above-mentioned sealing in order to have to make each color fluorescent substance 21a and each element arranged on the substrate 1011 correspond the rear plate 1015 the faceplate 1017 and the spacer 1020 performed sufficient alignment.

[0167] The inside of the tight container completed as mentioned above is exhausted with a vacuum pump through an exhaust pipe (un-illustrating) After reaching sufficient degree of vacuum the multi-electron beam source was manufactured by supplying electric power to each element via the line writing direction wiring electrode 1013 and the column direction wiring electrode 1014 and performing the above-mentioned energization foaming processing and energization activation through the container outer edge children Dx1-Dxm and Dy1-Dyn.

[0168] Next with the degree of vacuum about the 6th power of minus [Torr] of 10 it welded by heating an unillustrated exhaust pipe with a gas burner and the envelope (tight container) was closed. Finally getter processing was performed in order to maintain the degree of vacuum after closure.

[0169] In the image display device using a display panel as shown in drawing 1 and drawing 5 which were completed as mentioned above to each cold cathode element (surface conduction type emission elements) 1012. By impressing a scanning signal and a modulating signal from an unillustrated signal generation means respectively make electrons emit through the container outer edge children Dx1-Dxm Dy1 - Dyn and to the metal back 1019. The picture was displayed by impressing high voltage through the secondary terminal Hv by accelerating an emission-electron beam making an electron collide with the fluorescent screen 1018 and making each color fluorescent substance 21a (R [ of drawing 16 ] GB) excite and emit light. The impressed electromotive force Va to the secondary terminal Hv made 14 [V]s 3 [kV] thru/or 10

[kV]and impressed electromotive force  $V_f$  to each 1013–1014 wiring.

[0170]At this timealso including the luminescence spot by the emission electron from the cold cathode element 1012 in the position near the spacer 1020the luminescence spot row at equal intervals was formed in the shape of two dimensionsit was clear and the good color image display of color reproduction nature was completed. Not having generated the disorder of an electric field which affects an electron orbiteven if this installed the spacer 1020 is shown.

[0171]Two or more examples of an experiment performed to below using the display panel shown in drawing 1 are enumerated. The existence of discharge generating under an experimental parameter ( $GrVaE_{max}$ ) and its conditions is shown.

[0172]

[Table 1]

[0173][A 2nd embodiment] Drawing 21 is an important section lineblock diagram for describing a 2nd embodiment of this inventionand the spacer 1020 is arranged like a 1st embodiment between the substrate 1010 and the faceplate 1017 which make an electron source. As for the spacer 1020the high resistance film 1020b and the low resistance film 1020c are formed in the surface of the insulation member 1020a (drawing 21 un-illustrating). As for the straight side side of the insulation member 1020aespecially the low resistance film 1020c is formed in the lateral portion 1020a–1 pageand is electrically connected with the line writing direction wiring 1013 on the metal back 1019 on the faceplate 1017and the substrate 1011. 1020 c–A expresses the low resistance film straight part parallel to the faceplate 1017 (metal back 1019) and the substrate 1011 (line writing direction wiring 1013) among the low resistance films 1020c among the figure. [ among the low resistance films 1020c / near shorter side side lateral portion 1020a–2 of the spacer 1020 (field of length  $L$ ) ] 1020 c–BIt is connected with two or more straight lines (in this examplelow resistance film straight part 1020 c–A is includedand they are three straight lines) which make an obtuse angle mutuallyand the low resistance membrane end part which makes the shape (cross position 1020 c–C) which intersects the line writing direction wiring 1013 is expressed.

[0174]Although low resistance membrane end part 1020 c–B was constituted from a polygon which consists of obtuse angles in this embodimentThe effect which eases the electric field concentrates in low resistance membrane end part 1020 c–B as well as the case where low resistance membrane end part 1020 c–B is constituted from a smooth curve which used the above–mentioned obtuse angle in the 1st example in general by considering it as the angle of 150 degrees or more preferably 120 degrees or more can be acquired.

[0175][A 3rd embodiment] drawing 22 being an important section lineblock diagram for describing a 3rd embodiment of this inventionand differing from a 1st and 2nd



embodiment It is the point of having extended low resistance membrane end part 1020 c-B formed in straight side side lateral portion 1020a-1 of the spacer 1020 so that shorter side side lateral portion 1020a-2 might be touched. As opposed to the electric field which the emission electron from the electron emission element 1012 close to low resistance film straight part 1020 c-A receives by this composition and the electric field which the discharge electron from the electron emission element 1012 close to low resistance membrane end part 1020 c-B receives The influence difference which the spacer 1020 does can be pressed down to the minimum. Its thickness  $t$  of the transverse direction of the spacer 1020 is comparable to height  $h$  of the low resistance film 1020c or this composition is effective especially when it is less than it. In this composition what does not lack the end of the insulation member 1010a of the spacer 1020 easily can use the charge of a ceramic material with a high mechanical strength preferably.

[0176] [A 4th embodiment] Drawing 23 is an important section line block diagram for describing a 4th embodiment of this invention and differing from the 1st thru/or a 3rd embodiment is the point which formed low resistance film 1020c-2 also in shorter side side lateral portion 1020a-2 of the spacer 1020. The low resistance film 1020c2 comprises low resistance film straight part 1020c2-A and low resistance membrane end part 1020c2-B. Any of the same curvilinear shape as the 1st example or the same polygonal shape as the 2nd example may be sufficient as low resistance membrane end part 1020c2-B. It may extend like a 3rd embodiment to ridgeline 1020a-3 which straight side side side 1020a-1 of the insulation member 1020a and shorter side side side 1020a-2 make.

[0177] Since the dent of a low resistance film is formed in the low resistance film 1020c and the boundary of 1020c2 by this composition a concave equipotential surface is formed toward the high resistance film 1020b by it about [ which straight side side side 1020a-1 and shorter side side side 1020a-2 make ] ridgeline 1020a-3. A convex equipotential surface can be prevented from being formed toward the high resistance film 1020b of this about ridgeline 1020a-3. Its thickness  $t$  of the transverse direction of the spacer 1020 is comparable to height  $h$  of the low resistance film 1020c or this composition is effective especially when it is more than it.

[0178] Although the low resistance film 1020c is formed in both by the side of the substrate 1011 which makes the faceplate 1017 side and an electron source in each embodiment described above If it uses for either of the substrate 1011 sides which constitute low resistance membrane end part 1020 c-B of an embodiment for the faceplate 1017 side or an electron source the effect which eases electric field concentrates and controls discharge can be acquired. An effect is large when the composition of the low resistance film 1020c of an embodiment is used for the substrate 1011 side which makes the electron source which becomes the low voltage side also especially in it. When the composition of the low resistance film 1020c of an embodiment is used for the both sides by the side of the substrate 1011 which makes

an electron source the faceplate 1017 sidean effect is especially preferred greatly much more.

[0179]According to the image display device of this embodimentthe following effects are acquired as explained above. That iselectrification of a spacer can be neutralized by having a high resistance film electrically connected to the surface of one spacer at a substrate and a fluorescent screen. Since low resistance filmssuch as metalare arranged to most terminal areas of a high resistance filman element substrateor a high resistance film and an image formation member and supply of stable current was made to be performedprevention of electrification is attained and a light-emitting position gap can be prevented.

2) Concentration of an electric field can be deterred by making a low resistance film into the outside combined with a straight linea curve with large curvaturethe angles of an obtuse angleor those shape further. For this reasonimpression of the still higher voltage of a between [ a fluorescent screen and an element substrate ] is attainedsuppressing discharge.

3) In an image forming devicethe above result can attain improvement in the luminosity by high voltage impressionand realization of a good picture without a light-emitting position gap.

[0180]

[Effect of the Invention]As explained aboveaccording to this inventiongenerating of discharge can be reduced extremelymaintaining antistatic effect with a spacer especially sufficient in an image forming device.

[0181]

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]It is a perspective view of the display panel used for the embodiment.

[Drawing 2]It is the top view of a multi-electron beam source used for the display panel of drawing 1.

[Drawing 3]It is a figure showing the section in alignment with B-B' of drawing 2.

[Drawing 4]It is a figure showing the pattern of a fluorescent substance.

[Drawing 5]It is a cross section of A-A' of drawing 1.

[Drawing 6]It is the top view (a) and sectional view (b) for explaining the composition of flat-surface type surface conduction type emission elements.

[Drawing 7]It is a sectional view for explaining the manufacturing process of surface conduction type emission elements.

[Drawing 8]It is a figure showing an example of the proper voltage waveform impressed from the power supply for foaming.

[Drawing 9]It is a figure explaining an example of activation.

[Drawing 10] It is a typical sectional view for explaining the basic constitution of the surface conduction type emission elements of a vertical type.

[Drawing 11] It is a sectional view for explaining the manufacturing process of the surface conduction type emission elements of a vertical type.

[Drawing 12] It is a figure showing the typical example of the opposite (emission current  $I_e$ ) (element impressed electromotive force  $V_f$ ) characteristic and (element current  $I_f$ ) the opposite (element impressed electromotive force  $V_f$ ) characteristic of the element used for the display.

[Drawing 13] A block diagram shows the outline composition of the drive circuit for performing a television display based on the TV signal of NTSC system.

[Drawing 14 A] It is a figure showing the example of the projection shape of a concrete low resistance film (interlayer).

[Drawing 14 B] It is a figure showing the example of the projection shape of a concrete low resistance film (interlayer).

[Drawing 15] It is a figure explaining the shape of the low resistance film by this embodiment.

[Drawing 16] It is a figure explaining the pattern of a fluorescent screen.

[Drawing 17] It is a figure showing the top view of the element by the above-mentioned M.Hartwell and others.

[Drawing 18] It is a figure showing the sectional view of the element by the above-mentioned C.A.Spindt and others.

[Drawing 19] It is a figure showing the typical example of MIM type element composition.

[Drawing 20] It is a perspective view showing an example of the display panel part which makes a flat-surface type image display device.

[Drawing 21] It is a figure explaining the shape of the resistance film in another embodiment.

[Drawing 22] It is a figure explaining the shape of the resistance film in another embodiment.

[Drawing 23] It is a figure explaining the shape of the resistance film in another embodiment.

[Drawing 24] It is a figure explaining an example of the formation method of the resistance film by this embodiment.

---

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-340688

(43) 公開日 平成10年(1998)12月22日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

F I

H 0 1 J 29/87

H 0 1 J 29/87

G 0 9 F 9/30

3 2 0

G 0 9 F 9/30

3 2 0

3 6 0

3 6 0

H 0 1 J 31/12

H 0 1 J 31/12

C

審査請求 未請求 請求項の数17 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願平10-82051

(22) 出願日 平成10年(1998) 3 月27日

(31) 優先権主張番号 特願平9-94109

(32) 優先日 平 9 (1997) 4 月11日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子 3 丁目30番 2 号

(72) 発明者 左納 義久

東京都大田区下丸子 3 丁目30番 2 号 キヤ  
ノン株式会社内

(72) 発明者 安藤 洋一

東京都大田区下丸子 3 丁目30番 2 号 キヤ  
ノン株式会社内

(72) 発明者 光武 英明

東京都大田区下丸子 3 丁目30番 2 号 キヤ  
ノン株式会社内

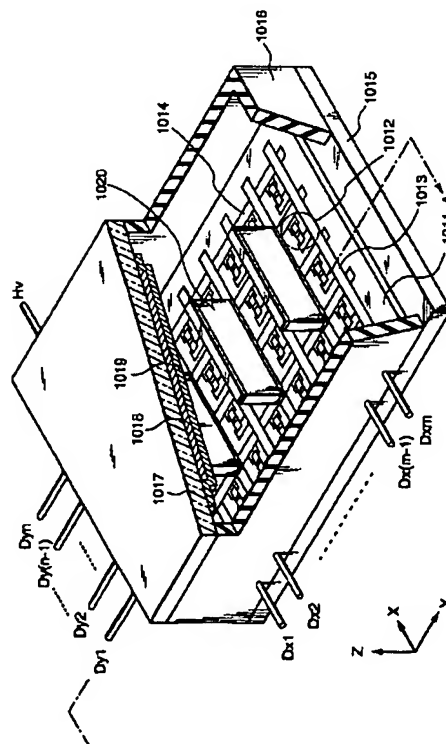
(74) 代理人 弁理士 大塚 康德 (外 2 名)

(54) 【発明の名称】 画像形成装置

(57) 【要約】

【課題】 画像形成装置内において、とりわけスペースの十分な帯電防止効果を維持しつつ、放電の発生を著しく低減する。

【解決手段】 リアプレート1015と側壁1016とフェースプレート1017で形成される容器と、該容器内に配置された冷陰極素子1012で構成される電子源と、蛍光膜1018を有し、該電子源より放出された電子の照射により画像を形成する画像形成部材と、該容器内の互いに異なる電圧が印加される電極間に配置されたスペース1020とを備える画像形成装置において、該スペース1020は導電性を有し、該電極と導電性層を介して電氣的に接続されており、該導電性層はその端辺が直線部分と曲線部分あるいは直線部分と鈍角部分との組み合わせによる形状をなしている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項１】 容器と、該容器内に配置された電子源と、該電子源より放出された電子の照射により画像を形成する画像形成部材と、該容器内の互いに異なる電圧が印加される電極間に配置されたスペーサとを備える画像形成装置において、

該スペーサは導電性を有し、該電極と導電性層を介して電氣的に接続されており、該導電性層はその端辺が直線部分と曲線部分あるいは直線部分と鈍角部分との組み合わせによる形状をなしていることを特徴とする画像形成装置。

【請求項２】 前記スペーサは、多角形状のスペーサであって、前記導電性層は該スペーサの角近傍においてその端辺が曲線あるいは鈍角による形状をなしていることを特徴とする請求項１に記載の画像形成装置。

【請求項３】 前記曲線部分は、 $1\mu\text{m}$ 以上の曲率半径を有することを特徴とする請求項１に記載の画像形成装置。

【請求項４】 前記スペーサは、絶縁性部材表面に導電性膜が被覆されたスペーサであることを特徴とする請求項１に記載の画像形成装置。

【請求項５】 前記導電性膜は、 $X^y$ が $X$ の $y$ 乗を表すとして、 $1 \times 10^{-5}$ から $1 \times 10^{-12}\Omega/\square$ のシート抵抗を有することを特徴とする請求項４に記載の画像形成装置。

【請求項６】 前記スペーサは、耐大気圧用のスペーサであることを特徴とする請求項１に記載の画像形成装置。

【請求項７】 前記導電性層は、前記導電性膜よりも小さいシート抵抗を有することを特徴とする請求項４に記載の画像形成装置。

【請求項８】 前記電子源は、配線にて結線された複数の電子放出素子を有し、前記スペーサは、前記配線と電氣的に接続されていることを特徴とする請求項１に記載の画像形成装置。

【請求項９】 前記電子放出素子は、冷陰極素子であることを特徴とする請求項８に記載の画像形成装置。

【請求項１０】 前記冷陰極素子は、表面伝導型電子放出素子であることを特徴とする請求項９に記載の画像形成装置。

【請求項１１】 前記電子源は、複数の電子放出素子が複数の行方向配線と複数の列方向配線とによりマトリクス状に結線されている電子源であって、前記スペーサは、該行方向配線上あるいは該列方向配線上に配置され、該配線と電氣的に接続されていることを特徴とする請求項１に記載の画像形成装置。

【請求項１２】 前記電子放出素子は、冷陰極素子であることを特徴とする請求項１１に記載の画像形成装置。

【請求項１３】 前記冷陰極素子は、表面伝導型電子放出素子であることを特徴とする請求項１に記載の画像

形成装置。

【請求項１４】 前記画像形成部材は、前記電子源より放出される電子を加速する加速電極を有し、該スペーサは、該加速電極と電氣的に接続されていることを特徴とする請求項１に記載の画像形成装置。

【請求項１５】 前記画像形成部材は、蛍光体と前記電子源より放出される電子を加速する加速電極とを有し、該スペーサは、該加速電極と電氣的に接続されていることを特徴とする請求項１に記載の画像形成装置。

【請求項１６】 前記スペーサは、板状のスペーサであることを特徴とする請求項１に記載の画像形成装置。

【請求項１７】 前記絶縁性部材は、該容器を構成する部材と同じ材質の部材であることを特徴とする請求項４に記載の画像形成装置。

## 【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】本発明は、電子源を用いた画像表示装置等の画像形成装置に関する発明である。

【０００２】

【従来の技術】従来から、電子放出素子として熱陰極素子と冷陰極素子の２種類が知られている。このうち冷陰極素子では、たとえば表面伝導型放出素子や、電界放出型素子（以下ＦＥ型と記す）や、金属／絶縁層／金属型放出素子（以下ＭＩＭ型と記す）、などが知られている。

【０００３】表面伝導型放出素子としては、たとえば、M. I. Elinson, Radio Eng. Electron Phys., 10, 1290, (1965) や、後述する他の例が知られている。

【０００４】表面伝導型放出素子は、基板上に形成された小面積の薄膜に、膜面に平行に電流を流すことにより電子放出が生ずる現象を利用するものである。この表面伝導型放出素子としては、前記エリソン等によるSnO<sub>2</sub> 薄膜を用いたものの他に、Au薄膜によるもの

[G. Dittmer: "Thin Solid Films", 9, 317 (1972)] や、In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> / SnO<sub>2</sub> 薄膜によるもの [M. Hartwell and C. G. Fonstad: "IEEE Trans. ED Conf.", 519 (1975)] や、カーボン薄膜によるもの [荒木久 他: 真空、第26巻、第1号、22 (1983)] 等が報告されている。

【０００５】これらの表面伝導型放出素子の素子構成の典型的な例として、図１７に前述のM. Hartwell らによる素子の平面図を示す。同図において、３００１は基板で、３００４はスパッタで形成された金属酸化物よりなる導電性薄膜である。導電性薄膜３００４は図示のようにＨ字形の平面形状に形成されている。該導電性薄膜３００４に後述の通電フォーミングと呼ばれる通電処理を施すことにより、電子放出部３００５が形成される。図中の間隔は、 $0.5 \sim 1[\mu\text{m}]$  以下

0.1 [mm] で設定されている。尚、図示の便宜から、電子放出部 3005 は導電性薄膜 3004 の中央に矩形状で示したが、これは模式的なものであり、実際の電子放出部の位置や形状を忠実に表現しているわけではない。

【0006】M. Hartwell らによる素子をはじめとして上述の表面伝導型放出素子においては、電子放出を行う前に導電性薄膜 3004 に通電フォーミングと呼ばれる通電処理を施すことにより電子放出部 3005 を形成するのが一般的であった。すなわち、通電フォーミングとは、前記導電性薄膜 3004 の両端に一定の直流電圧、もしくは、例えば 1V/分程度の非常にゆっくりとしたレートで昇圧する直流電圧を印加して通電し、導電性薄膜 3004 を局所的に破壊もしくは変形もしくは変質せしめ、電気的に高抵抗な状態の電子放出部 3005 を形成することである。尚、局所的に破壊もしくは変形もしくは変質した導電性薄膜 3004 の一部には、亀裂が発生する。前記通電フォーミング後に導電性薄膜 3004 に適宜の電圧を印加した場合には、前記亀裂付近において電子放出が行われる。

【0007】また、FE型の例は、たとえば、W. P. Dyke & W. W. Dolan, "Field emission", *Advance in Electron Physics*, 8, 89 (1956) や、あるいは、C. A. Spindt, "Physical properties of thin-film field emission cathodes with molybdenum cones", *J. Appl. Phys.*, 47, 5248 (1976) などが知られている。

【0008】FE型の素子構成の典型的な例として、図18に前述のC. A. Spindt らによる素子の断面図を示す。同図において、3010は基板で、3011は導電材料よりなるエミッタ配線、3012はエミッタコーン、3013は絶縁層、3014はゲート電極である。本素子は、エミッタコーン3012とゲート電極3014の間に適宜の電圧を印加することにより、エミッタコーン3012の先端部より電界放出を起こさせるものである。

【0009】また、FE型の他の素子構成として、図18のような積層構造ではなく、基板上に基板平面とほぼ平行にエミッタとゲート電極を配置した例もある。

【0010】また、MIM型の例としては、たとえば、C. A. Mead, "Operation of tunnel-emission Devices", *J. Appl. Phys.*, 32, 646 (1961) などが知られている。MIM型の素子構成の典型的な例を図19に示す。同図は断面図であり、図において、3020は基板で、3021は金属よりなる下電極、3022は厚さ100オングストローム程度の薄い絶縁層、3023は厚さ80～300オングストローム程度の金属よりなる上電極である。MIM型においては、上電極3023と下電極3021の間に適宜の電圧を印加することにより、上電極3023の表面より電子放出を起こさせるものである。

3は厚さ80～300オングストローム程度の金属よりなる上電極である。MIM型においては、上電極3023と下電極3021の間に適宜の電圧を印加することにより、上電極3023の表面より電子放出を起こさせるものである。

【0011】上述の冷陰極素子は、熱陰極素子と比較して低温で電子放出を得ることができるため、加熱用ヒーターを必要としない。したがって、熱陰極素子よりも構造が単純であり、微細な素子を作成可能である。また、基板上に多数の素子を高い密度で配置しても、基板の熱溶融などの問題が発生しにくい。また、熱陰極素子がヒーターの加熱により動作するため応答速度が遅いのとは異なり、冷陰極素子の場合には応答速度が速いという利点もある。

【0012】このため、冷陰極素子を応用するための研究が盛んに行われてきている。

【0013】たとえば、表面伝導型放出素子は、冷陰極素子のなかでも特に構造が単純で製造も容易であることから、大面積にわたり多数の素子を形成できる利点がある。そこで、たとえば本出願人による特開昭64-31332において開示されるように、多数の素子を配列して駆動するための方法が研究されている。

【0014】また、表面伝導型放出素子の応用については、たとえば、画像表示装置、画像記録装置などの画像形成装置や、荷電ビーム源、等が研究されている。

【0015】特に、画像表示装置への応用としては、たとえば本出願人によるUSP5,066,883や特開平2-257551や特開平4-28137において開示されているように、表面伝導型放出素子と電子ビームの照射により発光する蛍光体とを組み合わせ用いた画像表示装置が研究されている。表面伝導型放出素子と蛍光体とを組み合わせ用いた画像表示装置は、従来の他の方式の画像表示装置よりも優れた特性が期待されている。たとえば、近年普及してきた液晶表示装置と比較しても、自発光型であるためバックライトを必要としない点や、視野角が広い点が優れていると言える。

【0016】また、FE型を多数個ならべて駆動する方法は、たとえば本出願人によるUSP4,904,895に開示されている。また、FE型を画像表示装置に応用した例として、たとえば、R. Meyer により報告された平板型表示装置が知られている[R. Meyer: "Recent Development on Microtips Display at LETI", *Tech. Digest of 4th Int. Vacuum Microelectronics Conf.*, Nagahama, pp. 6~9 (1991)]。

【0017】また、MIM型を多数個並べて画像表示装置に応用した例は、たとえば本出願人による特開平3-55730に開示されている。

【0018】上記のような電子放出素子を用いた画像形成装置のうちで、奥行きが薄い平面型表示装置は省スペースかつ軽量であることから、ブラウン管型の表示装置に置き代わるものとして注目されている。

【0019】図20は平面型の画像表示装置をなす表示パネル部の一例を示す斜視図であり、内部構造を示すためにパネルの一部を切り欠いて示している。

【0020】図中、3115はリアプレート、3116は側壁、3117はフェースプレートであり、リアプレート3115、側壁3116およびフェースプレート3117により表示パネルの内部を真空中に維持するための外囲器（気密容器）を形成している。

【0021】リアプレート3115には基板3111が固定されているが、この基板3111上には冷陰極素子3112が、 $N \times M$ 個形成されている。（ $N$ 、 $M$ は2以上の正の整数であり、目的とする表示画素数に応じて適宜設定される。）また、前記 $N \times M$ 個の冷陰極素子3112は、図20に示すとおり、 $M$ 本の行方向配線3113と $N$ 本の列方向配線3114により配線されている。これら基板3111、冷陰極素子3112、行方向配線3113および列方向配線3114によって構成される部分をマルチ電子ビーム源と呼ぶ。また、行方向配線3113と列方向配線3114の少なくとも交差する部分には、両配線間に絶縁層（不図示）が形成されており、電気的な絶縁が保たれている。

【0022】フェースプレート3117の下面には、蛍光体からなる蛍光膜3118が形成されており、赤（R）、緑（G）、青（B）の3原色の蛍光体（不図示）が塗り分けられている。また、蛍光膜3118をなす上記各色蛍光体の間には黒色体（不図示）が設けてあり、更に蛍光膜3118のリアプレート3115側の面にはAl等からなるメタルバック3119が形成されている。

【0023】 $D \times 1 \sim D \times m$ および $Dy1 \sim Dy n$ および $Hv$ は、当該表示パネルと不図示の電気回路とを電気的に接続するために設けた気密構造の電気接続用端子である。 $D \times 1 \sim D \times m$ はマルチ電子ビーム源の行方向配線3113と、 $Dy1 \sim Dy n$ はマルチ電子ビーム源の列方向配線3114と、 $Hv$ はメタルバック3119と各々電気的に接続している。

【0024】また、上記気密容器の内部は10のマイナス6乗程度の真空中に保持されており、画像表示装置の表示面積が大きくなるに従い、気密容器内部と外部の気圧差によるリアプレート3115およびフェースプレート3117の変形あるいは破壊を防止する手段が必要となる。リアプレート3115およびフェースプレート3116を厚くすることによる方法は、画像表示装置の重量を増加させるのみならず、斜め方向から見たときに画像の歪みや視差を生ずる。これに対し、図20において

構造支持体（スペーサあるいはリブと呼ばれる）3120が設けられている。このようにして、マルチビーム電子源が形成された基板3111と蛍光膜3118が形成されたフェースプレート3116間は通常サブミリないし数ミリに保たれ、前述したように気密容器内部は高真空中に保持されている。

【0025】以上説明した表示パネルを用いた画像表示装置は、容器外端子 $D \times 1$ ないし $D \times m$ 、 $Dy1$ 乃至 $Dy n$ を通じて、各冷陰極素子3112に電圧を印加すると、各冷陰極素子3112から電子が放出される。それと同時に、メタルバック3119に容器外端子 $Hv$ を通じて数百[V]ないし数[kV]の高圧を印加して、上記放出された電子を加速し、フェースプレート3117の内面に衝突させる。これにより、蛍光膜3118をなす各色の蛍光体が励起されて発光し、画像が表示される。

【0026】

【発明が解決しようとする課題】以上説明した画像表示装置の表示パネルにおいては、以下のような問題点があった。

【0027】第1に、スペーサ3120の近傍から放出された電子の一部がスペーサ3120に当たることにより、あるいは放出電子の作用でイオン化したイオンがスペーサに付着することにより、スペーサ帯電を引き起こす可能性がある。このスペーサの帯電により冷陰極素子3112から放出された電子はその軌道を曲げられ、蛍光体上の正規な位置とは異なる場所に到達し、スペーサ近傍の画像が歪んで表示される。

【0028】第2に、冷陰極素子3112からの放出電子を加速するためにマルチ電子ビーム源とフェースプレート3117との間には数百V以上の高電圧（即ち1kV/mm以上の高電界）が印加されるため、スペーサ3120表面での沿面放電が懸念される。特に、上記のようにスペーサが帯電している場合は、放電が誘発される可能性がある。

【0029】この問題点を解決するために、スペーサに微小電流が流れるようにして帯電を除去する提案がなされている。そこでは絶縁性のスペーサの表面に高抵抗膜を形成することにより、スペーサ表面に微小電流が流れるようにしている。ここで用いられている帯電防止膜は酸化スズ、あるいは酸化スズと酸化インジウム混晶薄膜や金属膜である。また、帯電防止膜の機能をさらに強化するために、スペーサ3120が基板3111、あるいは蛍光膜3118と接触する面、並びにその近傍に導電性膜を配置することが考えられる。これにより、帯電防止膜と基板3111、また、帯電防止膜と蛍光膜3118の間の電気的接続が確保されることが期待される。

【0030】しかしながら、このような導電性膜に突起、角などの形状が存在すると、基板3111とフェースプレート3117の間に高電圧を印加する時に電場集



中が発生し、放電の原因となりやすい。その結果、冷陰極素子 3 1 1 2 の劣化等を起こし、画像形成が困難になるという問題がある。また、そのような放電を抑制するために、基板 3 1 1 1 とフェースプレート 3 1 1 7 の間の印加電圧を低くすると、十分な輝度を得ることができなくなってしまう。

【0031】本発明は、上記問題に鑑みてなされたものであり、その主たる目的は、表面での帯電を低減し、放電の発生をも低減し得るスペーサ、及びそのようなスペーサを備える画像形成装置を提供することにある。

【0032】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するための本発明の画像形成装置は以下の構成を備える。すなわち、容器と、該容器内に配置された電子源と、該電子源より放出された電子の照射により画像を形成する画像形成部材と、該容器内の互いに異なる電圧が印加される電極間に配置されたスペーサとを備える画像形成装置において、該スペーサは導電性を有し、該電極と導電性層を介して電氣的に接続されており、該導電性層はその端辺が直線部分と曲線部分あるいは直線部分と鈍角部分との組み合わせによる形状をなしていることを特徴とする。

【0033】

【発明の実施の形態】以下、添付の図面を参照して本発明の好適な実施形態を説明する。

【0034】まず、具体的な実施形態の説明に入る前に、本実施形態の概要を説明しておく。上記に述べたような、支持部材（スペーサ）と画像形成部材側、支持部材（スペーサ）と素子基板側の各接触部近傍に前述の導電性膜（以下中間層と呼ぶ）を配置した構成を採用した場合に、中間層と後述する高抵抗膜との境界部に強い電界集中を起こすような形状を有する場合には、以下のような現象が生じる。

【0035】①画像形成部材に電圧が印加されると、中間層によって電界集中された箇所から放電が発生する。この放電現象は、画像形成部材に印加する電圧が高いほど、また、電界集中が強いほど頻度が増す。

【0036】②その結果、放電箇所近傍の電子源の劣化による画質が低下する。また、放電現象を防止するために画像形成部材に印加する電圧が制限され、輝度の低下を招く。

【0037】このような課題に対し、本発明者らは次のような対策を講じた。すなわち、電子線発生装置の気密容器内において、異なる電圧が印加される電極間には、耐大気圧用の支持部材が配置されており、この支持部材は絶縁性部材表面に導電性を有するが該電極よりも高抵抗な膜が被覆されており、この高抵抗膜が該両電極間に該高抵抗膜よりも抵抗の小さい低抵抗膜（中間層）を介して電氣的に接続されている。ここで、上記低抵抗膜の

分と鈍角部分の組み合わせで構成される。

【0038】以上のように、本実施形態による電子線発生装置の支持部材（スペーサ）は、例えば、基板側の電極及び蛍光膜側の電極に該低抵抗膜を介して電氣的に接続される高抵抗膜をその表面に有する。このため、絶縁性部材の表面に電荷粒子が付着しても、この電荷粒子は基板側から金属膜等の該低抵抗膜を介して高抵抗膜を流れる電流の一部と電氣的に中和し、当該スペーサの帯電を中和できる。ここで、上記のとおり、高抵抗膜と素子基板側、または高抵抗膜と画像形成部材側との接続部の大部分には金属の低抵抗膜が配置されているので、安定した電流の供給が行われる。その結果、帯電の防止が可能になり発光位置ずれを防止できる。

【0039】更に、低抵抗膜の縁部分を、直線と曲率の大きい曲線、あるいは、直線と鈍角の角の形状を組み合わせた外形にすることで、電界の集中を抑止できた。本実施形態では、このようにしてスペーサによる放電を抑えつつ、画像形成部材と素子基板との間へのさらに高い電圧の印加を可能とするものである。

【0040】以上の結果、画像形成装置において、高電圧印加による輝度の向上と、発光位置ずれのない良好な画像の実現を達成することができる。以下、本実施形態について詳細に説明する。

【0041】（1）画像表示装置概要

次に、本実施形態による画像表示装置の表示パネルの構成と製造方法について、具体的な例を示して説明する。

【0042】図1は、実施形態に用いた表示パネルの斜視図であり、内部構造を示す為にパネルの一部を切り欠いて示している。

【0043】図中、1015はリアプレート、1016は側壁、1017はフェースプレートであり、1015～1017により表示パネルの内部を真空中に維持するための気密容器を形成している。気密容器を組み立てるにあたっては、各部材の接合部に十分な強度と気密性を保持させるため封着する必要があるが、たとえばフリットガラスを接合部に塗布し、大気中あるいは窒素雰囲気中で、摂氏400～500度で10分以上焼成することにより封着を達成した。気密容器内部を真空中に排気する方法については後述する。また、上記気密容器の内部は10のマイナス6乗〔Torr〕程度の真空中に保持されるので、大気圧や不意の衝撃などによる気密容器の破壊を防止する目的で、耐大気圧構造体として、スペーサ1020が設けられている。

【0044】リアプレート1015には、基板1011が固定されているが、該基板には冷陰極素子1012が $n \times m$ 個形成されている（ $n$ 、 $m$ は2以上の正の整数であり、目的とする表示画素数に応じて適宜設定される。たとえば、高品位テレビジョンの表示を目的とした表示装置においては、 $n=3000$ 、 $m=1000$ 以上の数を設定する）。前記 $n \times m$ 個の冷陰



極素子は、 $m$ 本の行方向配線1013と $n$ 本の列方向配線1014により単純マトリクス配線されている。前記、1011～1014によって構成される部分をマルチ電子ビーム源と呼ぶ。

【0045】本実施形態の画像表示装置に用いるマルチ電子ビーム源は、冷陰極素子を単純マトリクス配線した電子源であれば、冷陰極素子の材料や形状あるいは製法に制限はない。従って、たとえば表面伝導型放出素子やFE型、あるいはMIM型などの冷陰極素子を用いることができる。

【0046】次に、冷陰極素子として表面伝導型放出素子（後述）を基板上に配列して単純マトリクス配線したマルチ電子ビーム源の構造について述べる。

【0047】図2に示すのは、図1の表示パネルに用いたマルチ電子ビーム源の平面図である。基板1011上には、後述の図6で示すものと同様な表面伝導型放出素子が配列され、これらの素子は行方向配線1013と列方向配線1014により単純マトリクス状に配線されている。行方向配線1013と列方向配線1014の交差する部分には、電極間に絶縁層（不図示）が形成されており、電気的な絶縁が保たれている。

【0048】図2のB-B'に沿った断面を、図3に示す。

【0049】なお、このような構造のマルチ電子源は、予め基板上に行方向配線電極1013、列方向配線1014、電極間絶縁層（不図示）、及び表面伝導型放出素子の素子電極と導電性薄膜を形成した後、行方向配線1013及び列方向配線1014を介して各素子に給電して通電フォーミング処理（後述）と通電活性化処理（後述）を行うことにより製造した。

【0050】本実施形態においては、気密容器のリアプレート1015にマルチ電子ビーム源の基板1011を固定する構成としたが、マルチ電子ビーム源の基板1011が十分な強度を有するものである場合には、気密容器のリアプレートとしてマルチ電子ビーム源の基板1011自体を用いてもよい。

【0051】また、フェースプレート1017の下面には、蛍光膜1018が形成されている。本実施形態はカラー表示装置であるため、蛍光膜1018の部分にはCRTの分野で用いられる赤、緑、青の3原色の蛍光体が塗り分けられている。各色の蛍光体は、たとえば図4の（A）に示すようにストライプ状に塗り分けられ、蛍光体のストライプの間には黒色の導電体1010が設けられている。黒色の導電体1010を設ける目的は、電子ビームの照射位置に多少のずれがあっても表示色にずれが生じないようにする事や、外光の反射を防止して表示コントラストの低下を防ぐこと、電子ビームによる蛍光膜のチャージアップを防止することなどである。黒色の導電体1010には、黒鉛を主成分として用いたが、上記の目的に達するものであれば、それ以外の材料を用いてもよい。

い。

【0052】また、3原色の蛍光体の塗り分け方は前記図4（A）に示したストライプ状の配列に限られるものではなく、たとえば図4（B）に示すようなデルタ状配列や、それ以外の配列であってもよい。

【0053】なお、モノクロームの表示パネルを作成する場合には、単色の蛍光体材料を蛍光膜1018に用いればよく、また黒色導電材料は必ずしも用いなくともよい。

【0054】また、蛍光膜1018のリアプレート側の面には、CRTの分野では公知のメタルバック1019を設けてある。メタルバック1019を設けた目的は、蛍光膜1018が発する光の一部を鏡面反射して光利用率を向上させる事や、負イオンの衝突から蛍光膜1018を保護する事や、電子ビーム加速電圧を印加するための電極として作用させる事や、蛍光膜1018を励起した電子の導電路として作用させることなどである。メタルバック1019は、蛍光膜1018をフェースプレート基板1017上に形成した後、蛍光膜表面を平滑化処理し、その上にAlを真空蒸着する方法により形成した。なお、蛍光膜1018に低電圧用の蛍光体材料を用いた場合には、メタルバック1019は用いない。

【0055】また、本実施形態では用いなかったが、加速電圧の印加用や蛍光膜の導電性向上を目的として、フェースプレート基板1017と蛍光膜1018との間に、たとえばITOを材料とする透明電極を設けてもよい。

【0056】図5は図1のA-A'の断面模式図であり、各部の番号は図1に対応している。スペーサ1020は絶縁性部材1020aの表面に帯電防止を目的とした高抵抗膜1020bを成膜し、かつフェースプレート1017の内側（メタルバック1019等）及び基板1011の表面（行方向配線1013または列方向配線1014）に面したスペーサの当接面及びこれに接する側面部に低抵抗膜1020cを成膜した部材からなるもので、上記目的を達成するのに必要な数だけ、かつ必要な間隔において配置され、フェースプレートの内側及び基板1011の表面に接合材1041により固定される。

【0057】また、高抵抗膜は、絶縁性部材1020aの表面のうち、少なくとも気密容器内の真空中に露出している面に成膜されており、スペーサ1020上の低抵抗膜1020c及び接合材1041を介して、フェースプレート1017の内側（メタルバック1019等）及び基板1011の表面（行方向配線1013または列方向配線1014）に電気的に接続される。ここで説明される態様においては、スペーサ1020の形状は薄板状とし、行方向配線1013に平行に配置され、行方向配線1013と電気的に接続されている。なお、40は絶縁層である。

【0058】スペーサ1020としては、基板1011

上の行方向配線 1013 及び列方向配線 1014 とフェースプレート 1017 内面のメタルバック 1019 との間に印加される高電圧に耐えるだけの絶縁性を有し、かつスペーサ 1020 の表面への帯電を防止する程度の導電性を有する必要がある。

【0059】スペーサ 1020 の絶縁性部材 1020a としては、たとえば石英ガラス、Na 等の不純物含有量を減少したガラス、ソーダライムガラス、アルミナ等のセラミックス部材等があげられる。なお、絶縁性部材 1020a はその熱膨張率が気密容器及び基板 1011 をなす部材と近いものが好ましく、気密容器の材質と同一の材質を用いても良い。

【0060】スペーサ 1020 を構成する高抵抗膜 1020b には、高電位側のフェースプレート 1017 (メタルバック 1019 等) に印加される加速電圧  $V_a$  を、帯電防止膜である高抵抗膜 1020b の抵抗値  $R_s$  で除した電流が流れる。そこで、スペーサの抵抗値  $R_s$  は帯電防止及び消費電力の観点からその望ましい範囲に設定される。帯電防止の観点から表面抵抗  $R/\square$  は 10 の 12 乗  $\Omega$  以下であることが好ましい。十分な帯電防止効果を得るためには 10 の 11 乗  $\Omega$  以下がさらに好ましい。表面抵抗の下限はスペーサ形状とスペーサ間に印加される電圧により左右されるが、10 の 5 乗  $\Omega$  以上であることが好ましい。

【0061】絶縁性部材上に形成された高抵抗膜の厚み  $t$  は 10 nm ~ 1  $\mu$ m の範囲が望ましい。材料の表面エネルギー及び基板との密着性や基板温度によっても異なるが、一般的に 10 nm 以下の薄膜は島状に形成され、抵抗が不安定で再現性に乏しい。一方、膜厚  $t$  が 1  $\mu$ m 以上では膜応力が大きくなって膜剥がれの危険性が高まり、かつ成膜時間が長くなるため生産性が悪い。従って、膜厚は 50 ~ 500 nm であることが望ましい。表面抵抗  $R/\square$  は  $\rho/t$  であり、以上に述べた  $R/\square$  と  $t$  の好ましい範囲から、高抵抗膜の比抵抗  $\rho$  は 0.1 [ $\Omega$  cm] 乃至 10 の 8 乗 [ $\Omega$  cm] が好ましい。さらに表面抵抗と膜厚のより好ましい範囲を実現するためには、 $\rho$  は 10 の 2 乗乃至 10 の 6 乗  $\Omega$  cm とするのが良い。

【0062】スペーサは上述したようにその上に形成した高抵抗膜を電流が流れることにより、あるいはディスプレイ全体が動作中に発熱することによりその温度が上昇する。高抵抗膜の抵抗温度係数が大きな負の値であると温度が上昇した時に抵抗値が減少し、スペーサに流れる電流が増加し、さらに温度上昇をもたらす。そして電流は電源の限界を越えるまで増加し続ける。このような電流の暴走が発生する抵抗温度係数の値は経験的に負の値で絶対値が 1% 以上である。すなわち、高抵抗膜の抵抗温度係数は絶対値が 1% 未満であることが望ましい。

【0063】帯電防止特性を有する高抵抗膜 1020b の材料としては、例えば金属酸化物を用いることができる。金属酸化物の中では、クロム、ニッケル、銅の酸化物が好ましい材料である。その理由はこれらの酸化物は二次電子放出効率が比較的小さく、冷陰極素子 1012 から放出された電子がスペーサ 1020 に当たった場合においても帯電しにくいためと考えられる。金属酸化物以外にも炭素は二次電子放出効率が小さく好ましい材料である。特に、非晶質カーボンは高抵抗であるため、スペーサ抵抗を所望の値に制御しやすい。

【0064】帯電防止特性を有する高抵抗膜 1020b の他の材料として、アルミと遷移金属合金の窒化物は遷移金属の組成を調整することにより、良伝導体から絶縁体まで広い範囲に抵抗値を制御できるので好適な材料である。さらには後述する表示装置の作製工程において抵抗値の変化が少なく安定な材料である。かつ、その抵抗温度係数の絶対値が 1% 未満で有り、実用的に使いやすい材料である。遷移金属元素としては Ti, Cr, Ta 等があげられる。

【0065】合金窒化膜はスパッタ、窒素ガス雰囲気中での反応性スパッタ、電子ビーム蒸着、イオンプレATING、イオンアシスト蒸着法等の薄膜形成手段により絶縁性部材上に形成される。金属酸化膜も同様の薄膜形成法で作製することができるが、この場合窒素ガスに代えて酸素ガスを使用する。その他、CVD 法、アルコキシド塗布法でも金属酸化膜を形成できる。カーボン膜は蒸着法、スパッタ法、CVD 法、プラズマ CVD 法で作製され、特に非晶質カーボンを作製する場合には、成膜中の雰囲気中に水素が含まれるようにするか、成膜ガスに炭化水素ガスを使用する。

【0066】スペーサ 1020 を構成する低抵抗膜 1020c は、高抵抗膜 1020b を高電位側のフェースプレート 1017 (メタルバック 1019 等) 及び低電位側の基板 1011 (配線 1013, 1014 等) と電気的に接続する為に設けられたものであり、以下では、中間電極層 (中間層) という名称も用いる。中間電極層 (中間層) は以下に列挙する複数の機能を有することができる。

【0067】1) 高抵抗膜 1020b をフェースプレート 1017 側及び基板 1011 側と電気的に接続する。

既に記載したように、高抵抗膜 1020b はスペーサ 1020 表面での帯電を防止する目的で設けられたものであるが、高抵抗膜 1020b をフェースプレート 1017 (メタルバック 1019 等) 及び基板 1011 (配線 1013, 1014 等) と直接あるいは当接材 1041 を介して接続した場合、接続部界面に大きな接触抵抗が発生し、スペーサ表面に発生した電荷を速やかに除去できなくなる可能性がある。これを避ける為に、フェースプレート 1017 及び当接材 1041 と接触するスペーサ 1020 の当接面あるいは側面部に低抵抗の中間層を設けた。

【0068】2) 高抵抗膜 1020b の電位分布を均

一化する。

冷陰極素子1012より放出された電子は、フェースプレート1017と基板1011の間に形成された電位分布に従って電子軌道を成す。スペーサ1020の近傍で電子軌道に乱れが生じないようにするためには、高抵抗膜1020bの電位分布を全域にわたって制御する必要がある。高抵抗膜1020bをフェースプレート1017（メタルバック1019等）及び基板1011（配線1013、1014等）と直接あるいは当接材1041を介して接続した場合、接続部界面の接触抵抗の為に、接続状態のむらが発生し、高抵抗膜1020bの電位分布が所望の値からずれてしまう可能性がある。これを避けるために、スペーサ1020がフェースプレート1017側及び基板1011側と当接するスペーサ端部（当接面あるいは側面部）の全長域に低抵抗の中間層を設け、この中間層部に所望の電位を印加することによって、高抵抗膜1020b全体の電位を制御可能としている。

【0069】3）放出電子の軌道を制御する。

冷陰極素子1012より放出された電子は、フェースプレート1017と基板1011の間に形成された電位分布に従って電子軌道を成す。スペーサ近傍の冷陰極素子から放出された電子に関しては、スペーサを設置することに伴う制約（配線、素子位置の変更等）が生じる場合がある。このような場合、歪みやむらの無い画像を形成するためには、放出された電子の軌道を制御してフェースプレート1017上の所望の位置に電子を照射する必要がある。フェースプレート1017側及び基板1011側と当接する面の側面部に低抵抗の中間層を設けることにより、スペーサ1020近傍の電位分布に所望の特性を持たせ、放出された電子の軌道を制御することができる。

【0070】低抵抗膜である中間層1020cは、高抵抗膜1020bに比べ十分に低い抵抗値を有する材料を選択すればよく、Ni、Cr、Au、Mo、W、Pt、Ti、Al、Cu、Pd等の金属、あるいは合金、及びPd、Ag、Au、RuO<sub>2</sub>、Pd-Ag等の金属や金属酸化物とガラス等から構成される印刷導体、あるいはIn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SnO<sub>2</sub>等の透明導体及びポリシリコン等の半導体材料等より適宜選択される。

【0071】接合材1041はスペーサ1020が行方向配線1013及びメタルバック1019と電気的に接続するように、導電性を持たせる必要がある。即ち、導電性接着剤や金属粒子や導電性フィラーを添加したフリットガラスが好適である。

【0072】また、Dx1～Dxm及びDy1～Dyn及びHvは、当該表示パネルと不図示の電気回路とを電気的に接続するために設けた気密構造の電気接続用端子である。Dx1～Dxmはマルチ電子ビーム源の行方向配線1013と、Dy1～Dynはマルチ電子ビーム源の列方向配線1014と、Hvはフェースプレートのメ

タルバック1019と電気的に接続している。

【0073】また、気密容器内部を真空中に排気するには、気密容器を組立てた後、不図示の排気管と真空ポンプとを接続し、気密容器内を10のマイナス7乗[Torr]程度の真空度まで排気する。その後、排気管を封止するが、気密容器内の真空度を維持するために、封止の直前あるいは封止後に気密容器内の所定の位置にゲッター膜（不図示）を形成する。ゲッター膜とは、例えばBaを主成分とするゲッター材料をヒータもしくは高周波加熱により加熱し蒸着して形成した膜であり、該ゲッター膜の吸着作用により気密容器内は1×10マイナス5乗ないしは1×10マイナス7乗[Torr]の真空度に維持される。

【0074】以上説明した表示パネルを用いた画像表示装置は、容器外端子Dx1ないしDxm、Dy1ないしDynを通じて各冷陰極素子1012に電圧を印加すると、各冷陰極素子1012から電子が放出される。それと同時にメタルバック1019に容器外端子をHvを通じて数百[V]ないし数[kV]の高圧を印加して、上記放出された電子を加速し、フェースプレート1017の内面に衝突させる。これにより、蛍光膜1018をなす各色の蛍光体が励起されて発光し、画像が表示される。

【0075】通常、冷陰極素子である本実施形態の表面伝導型放出素子1012への印加電圧は12～16

[V]程度、メタルバック1019と冷陰極素子1012との距離dは0.1[mm]から8[mm]程度、メタルバック1019と冷陰極素子1012間の電圧0.1[kV]から10[kV]程度である。

【0076】以上、本実施形態の表示パネルの基本構成と製法、及び画像表示装置の概要を説明した。

【0077】（2）マルチ電子ビーム源の製造方法

次に、前記実施例の表示パネルに用いたマルチ電子ビーム源の製造方法について説明する。本実施形態の画像表示装置に用いるマルチ電子ビーム源は、冷陰極素子を単純マトリクス配線した電子源であれば、冷陰極素子の材料や形状あるいは製法に制限はない。したがって、たとえば表面伝導型放出素子やFE型、あるいはMIM型などの冷陰極素子を用いることができる。

【0078】ただし、表示画面が大きくてしかも安価な表示装置が求められる状況のもとでは、これらの冷陰極素子の中でも、表面伝導型放出素子が特に好ましい。すなわち、FE型ではエミッタコーンとゲート電極の相対位置や形状が電子放出特性を大きく左右するため、極めて高精度の製造技術が必要とするが、これは大面積化や製造コストの低減を達成するには不利な要因となる。また、MIM型では、絶縁層と上電極の膜厚を薄くてしかも均一にする必要があるが、これも大面積化や製造コストの低減を達成するには不利な要因となる。その点、表面伝導型放出素子は、比較的製造方法が単純なため、大面積化や製造コストの低減を達成するに有利な要因となる。

面積化や製造コストの低減が容易である。また、発明者らは、表面伝導型放出素子の中でも、電子放出部もしくはその周辺部を微粒子膜から形成したものがとりわけ電子放出特性に優れ、しかも製造が容易に行えることを見いだしている。したがって、高輝度で大画面の画像表示装置のマルチ電子ビーム源に用いるには、最も好適であると言える。そこで、上記実施形態の表示パネルにおいては、電子放出部もしくはその周辺部を微粒子膜から形成した表面伝導型放出素子を用いた。そこで、まず好適な表面伝導型放出素子について基本的な構成と製法および特性を説明し、その後で多数の素子を単純マトリクス配線したマルチ電子ビーム源の構造について述べる。

【0079】（表面伝導型放出素子の好適な素子構成と製法）電子放出部もしくはその周辺部を微粒子膜から形成する表面伝導型放出素子の代表的な構成には、平面型と垂直型の2種類があげられる。

【0080】（平面型の表面伝導型放出素子）まず最初に、平面型の表面伝導型放出素子の素子構成と製法について説明する。図6は、平面型の表面伝導型放出素子の構成を説明するための平面図（a）および断面図（b）である。図中、1101は基板、1102と1103は素子電極、1104は導電性薄膜、1105は通電フォーミング処理により形成した電子放出部、1113は通電活性化処理により形成した薄膜である。

【0081】基板1101としては、たとえば、石英ガラスや青板ガラスをはじめとする各種ガラス基板や、アルミナをはじめとする各種セラミクス基板、あるいは上述の各種基板上にたとえばSiO<sub>2</sub>を材料とする絶縁層を積層した基板、などを用いることができる。

【0082】また、基板1101上に基板面と平行に対向して設けられた素子電極1102と1103は、導電性を有する材料によって形成されている。たとえば、Ni, Cr, Au, Mo, W, Pt, Ti, Cu, Pd, Ag等をはじめとする金属、あるいはこれらの金属の合金、あるいはIn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SnO<sub>2</sub>をはじめとする金属酸化物、ポリシリコンなどの半導体、などの中から適宜材料を選択して用いればよい。電極を形成するには、たとえば真空蒸着などの製膜技術とフォトリソグラフィ、エッチングなどのパターンニング技術を組み合わせて用いれば容易に形成できるが、それ以外の方法（たとえば印刷技術）を用いて形成してもさしつかえない。

【0083】素子電極1102と1103の形状は、当該電子放出素子の応用目的に合わせて適宜設計される。一般的には、電極間隔Lは通常は数百オングストロームから数百マイクロメートルの範囲から適当な数値を選んで設計されるが、なかでも表示装置に应用するために好ましいのは数マイクロメートルより数十マイクロメートルの範囲である。また、素子電極の厚さdについては、通常は数百オングストロームから数百マイクロメートルの範囲から適当な数値が選ばれる。

【0084】また、導電性薄膜1104の部分には、微粒子膜を用いる。ここで述べた微粒子膜とは、構成要素として多数の微粒子を含んだ膜（島状の集合体も含む）のことをさす。微粒子膜を微視的に調べれば、通常は、個々の微粒子が離間して配置された構造か、あるいは微粒子が互いに隣接した構造か、あるいは微粒子が互いに重なり合った構造が観測される。

【0085】微粒子膜に用いた微粒子の粒径は、数オングストロームから数千オングストロームの範囲に含まれるものであるが、なかでも好ましいのは10オングストロームから200オングストロームの範囲のものである。また、微粒子膜の膜厚は、以下に述べるような諸条件を考慮して適宜設定される。すなわち、素子電極1102あるいは1103と電気的に良好に接続するのに必要な条件、後述する通電フォーミングを良好に行うのに必要な条件、微粒子膜自身の電気抵抗を後述する適宜の値にするために必要な条件、などである。具体的には、数オングストロームから数千オングストロームの範囲のなかで設定するが、なかでも好ましいのは10オングストロームから500オングストロームの間である。

【0086】また、微粒子膜を形成するのに用いられる材料としては、たとえば、Pd, Pt, Ru, Ag, Au, Ti, In, Cu, Cr, Fe, Zn, Sn, Ta, W, Pb, などをはじめとする金属や、PdO, SnO<sub>2</sub>, In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, PbO, Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, などをはじめとする酸化物や、HfB<sub>2</sub>, ZrB<sub>2</sub>, LaB<sub>6</sub>, CeB<sub>6</sub>, YB<sub>4</sub>, Gd<sub>2</sub>B<sub>4</sub>, などをはじめとする硼化物や、TiC, ZrC, HfC, TaC, SiC, WC, などをはじめとする炭化物や、TiN, ZrN, HfN, などをはじめとする窒化物や、Si, Ge, などをはじめとする半導体や、カーボン、などがあげられ、これらの中から適宜選択される。

【0087】以上述べたように、導電性薄膜1104を微粒子膜で形成したが、そのシート抵抗値については、10の3乗から10の7乗[オーム/□]の範囲に含まれるよう設定した。

【0088】なお、導電性薄膜1104と素子電極1102および1103とは、電気的に良好に接続されるのが望ましいため、互いの一部が重なりあうような構造をとっている。その重なり方は、図6の例においては、下から、基板、素子電極、導電性薄膜の順序で積層したが、場合によっては下から基板、導電性薄膜、素子電極、の順序で積層してもさしつかえない。

【0089】また、電子放出部1105は、導電性薄膜1104の一部に形成された亀裂状の部分であり、電気的には周囲の導電性薄膜よりも高抵抗な性質を有している。亀裂は、導電性薄膜1104に対して、後述する通電フォーミングの処理を行うことにより形成する。亀裂内には、数オングストロームから数百オングストロームの粒径の微粒子を配置する場合がある。また、実際の電

子放出部の位置や形状を精密かつ正確に図示するのは困難なため、図6においては模式的に示した。

【0090】また、薄膜1113は、炭素もしくは炭素化合物よりなる薄膜で、電子放出部1105およびその近傍を被覆している。薄膜1113は、通電フォーミング処理後に、後述する通電活性化の処理を行うことにより形成する。

【0091】薄膜1113は、単結晶グラファイト、多結晶グラファイト、非晶質カーボン、のいずれかか、もしくはその混合物であり、膜厚は500 [オングストローム] 以下とするが、300 [オングストローム] 以下とするのがさらに好ましい。

【0092】なお、実際の薄膜1113の位置や形状を精密に図示するのは困難なため、図6においては模式的に示した。また、平面図(a)においては、薄膜1113の一部を除去した素子を図示した。

【0093】以上、好ましい素子の基本構成を述べたが、本実施形態においては以下のような素子を用いた。

【0094】すなわち、基板1101には青板ガラスを用い、素子電極1102と1103にはNi薄膜を用いた。素子電極の厚さdは1000 [オングストローム]、電極間隔Lは2 [マイクロメートル] とした。

【0095】微粒子膜の主要材料としてPdもしくはPdOを用い、微粒子膜の厚さは約100 [オングストローム]、幅Wは100 [マイクロメートル] とした。

【0096】次に、好適な平面型の表面伝導型放出素子の製造方法について説明する。図7の(a)～(d)は、表面伝導型放出素子の製造工程を説明するための断面図で、各部材の表記は前記図6と同一である。

【0097】1) まず、図7(a)に示すように、基板1101上に素子電極1102および1103を形成する。

【0098】形成するにあたっては、あらかじめ基板1101を洗剤、純水、有機溶剤を用いて十分に洗浄後、素子電極の材料を堆積させる。(堆積する方法としては、たとえば、蒸着法やスパッタ法などの真空成膜技術を用いればよい。) その後、堆積した電極材料を、フォトリソグラフィ・エッチング技術を用いてパターニングし、(a)に示した一対の素子電極(1102と1103)を形成する。

【0099】2) 次に、同図(b)に示すように、導電性薄膜1104を形成する。

【0100】形成するにあたっては、まず前記(a)の基板に有機金属溶液を塗布して乾燥し、加熱焼成処理して微粒子膜を成膜した後、フォトリソグラフィ・エッチングにより所定の形状にパターニングする。ここで、有機金属溶液とは、導電性薄膜に用いる微粒子の材料を主要元素とする有機金属化合物の溶液である。(具体的には、本実施形態では主要元素としてPdを用いた。また、実施形態では塗布方法として、スピンコート法を用いたが、それ以外のたとえばスピンナー法やスプレー法を用いてもよい。)

いたが、それ以外のたとえばスピンナー法やスプレー法を用いてもよい。)

【0101】また、微粒子膜で作られる導電性薄膜の成膜方法としては、本実施形態で用いた有機金属溶液の塗布による方法以外の、たとえば真空蒸着法やスパッタ法、あるいは化学的気相堆積法などを用いる場合もある。

【0102】3) 次に、同図(c)に示すように、フォーミング用電源1110から素子電極1102と1103の間に適宜の電圧を印加し、通電フォーミング処理を行って、電子放出部1105を形成する。

【0103】通電フォーミング処理とは、微粒子膜で作られた同図(b)の導電性薄膜1104に通電を行って、その一部を適宜に破壊、変形、もしくは変質せしめ、電子放出を行うのに好適な構造に変化させる処理のことである。微粒子膜で作られた導電性薄膜のうち電子放出を行うのに好適な構造に変化した部分(すなわち電子放出部1105)においては、薄膜に適当な亀裂が形成されている。なお、電子放出部1105が形成される前と比較すると、形成された後は素子電極1102と1103の間で計測される電気抵抗は大幅に増加する。

【0104】通電方法をより詳しく説明するために、図8に、フォーミング用電源1110から印加する適宜の電圧波形の一例を示す。微粒子膜で作られた導電性薄膜をフォーミングする場合には、パルス状の電圧が好ましく、本実施形態の場合には同図に示したようにパルス幅T1の三角波パルスをパルス間隔T2で連続的に印加した。その際には、三角波パルスの波高値Vpfを、順次昇圧した。また、電子放出部1105の形成状況をモニターするためのモニターパルスPmを適宜の間隔で三角波パルスの間に挿入し、その際に流れる電流を電流計1111で計測した。

【0105】実施形態においては、たとえば10のマイナス5乗[torr]程度の真空雰囲気下において、たとえばパルス幅T1を1 [ミリ秒]、パルス間隔T2を10 [ミリ秒]とし、波高値Vpfを1パルスごとに0.1 [V] ずつ昇圧した。そして、三角波を5パルス印加するたびに1回の割りで、モニターパルスPmを挿入した。フォーミング処理に悪影響を及ぼすことがないように、モニターパルスの電圧Vpmは0.1 [V] に設定した。そして、素子電極1102と1103の間の電気抵抗が1×10の6乗[オーム]になった段階、すなわちモニターパルス印加時に電流計1111で計測される電流が1×10のマイナス7乗[A] 以下になった段階で、フォーミング処理にかかわる通電を終了した。

【0106】なお、上記の方法は、本実施形態の表面伝導型放出素子に関する好ましい方法であり、たとえば微粒子膜の材料や膜厚、あるいは素子電極間隔Lなど表面伝導型放出素子の設計を変更した場合には、それに応じて通電の条件も適宜変更するのが望ましい。



【0107】4) 次に、図7の(d)に示すように、活性化用電源1112から素子電極1102と1103の間に適宜の電圧を印加し、通電活性化処理を行って、電子放出特性の改善を行う。

【0108】通電活性化処理とは、前記通電フォーミング処理により形成された同図(c)の電子放出部1105に適宜の条件で通電を行って、その近傍に炭素もしくは炭素化合物を堆積せしめる処理のことである。(図においては、炭素もしくは炭素化合物よりなる堆積物を部材1113として模式的に示した。)なお、通電活性化処理を行うことにより、行う前と比較して、同じ印加電圧における放出電流を典型的には100倍以上に増加させることができる。

【0109】具体的には、10のマイナス4乗ないし10のマイナス5乗[torr]の範囲内の真空雰囲気中で、電圧パルスを定期的に印加することにより、真空雰囲気中に存在する有機化合物を起源とする炭素もしくは炭素化合物を堆積させる。堆積物1113は、単結晶グラファイト、多結晶グラファイト、非晶質カーボン、のいずれかか、もしくはその混合物であり、膜厚は500[オングストローム]以下、より好ましくは300[オングストローム]以下である。

【0110】通電方法をより詳しく説明するために、図9の(a)に、活性化用電源1112から印加する適宜の電圧波形の一例を示す。本実施形態においては、一定電圧の矩形波を定期的に印加して通電活性化処理を行ったが、具体的には、矩形波の電圧 $V_{ac}$ は14[V]、パルス幅 $T_3$ は1[ミリ秒]、パルス間隔 $T_4$ は10[ミリ秒]とした。なお、上述の通電条件は、本実施形態の表面伝導型放出素子に関する好ましい条件であり、表面伝導型放出素子の設計を変更した場合には、それに応じて条件を適宜変更するのが望ましい。

【0111】図7の(d)に示す1114は該表面伝導型放出素子から放出される放出電流 $I_e$ を捕捉するためのアノード電極で、直流高電圧電源1115および電流計1116が接続されている。(なお、基板1101を、表示パネルの中に組み込んでから活性化処理を行う場合には、表示パネルの蛍光面をアノード電極1114として用いる。)活性化用電源1112から電圧を印加する間、電流計1116で放出電流 $I_e$ を計測して通電活性化処理の進行状況をモニターし、活性化用電源1112の動作を制御する。電流計1116で計測された放出電流 $I_e$ の一例を図9(b)に示すが、活性化電源1112からパルス電圧を印加しはじめると、時間の経過とともに放出電流 $I_e$ は増加するが、やがて飽和してほとんど増加しなくなる。このように、放出電流 $I_e$ がほぼ飽和した時点で活性化用電源1112からの電圧印加を停止し、通電活性化処理を終了する。

【0112】なお、上述の通電条件は、本実施形態の表面伝導型放出素子に関する好ましい条件であり、表面に

導型放出素子の設計を変更した場合には、それに応じて条件を適宜変更するのが望ましい。

【0113】以上のようにして、図7(e)に示す平面型の表面伝導型放出素子を製造した。

【0114】(垂直型の表面伝導型放出素子) 次に、電子放出部もしくはその周辺を微粒子膜から形成した表面伝導型放出素子のもうひとつの代表的な構成、すなわち垂直型の表面伝導型放出素子の構成について説明する。

【0115】図10は、垂直型の基本構成を説明するための模式的な断面図であり、図中の1201は基板、1202と1203は素子電極、1206は段差形成部材、1204は微粒子膜を用いた導電性薄膜、1205は通電フォーミング処理により形成した電子放出部、1213は通電活性化処理により形成した薄膜、である。

【0116】垂直型が先に説明した平面型と異なる点は、素子電極のうちの片方(1202)が段差形成部材1206上に設けられており、導電性薄膜1204が段差形成部材1206の側面を被覆している点にある。したがって、前記図6の平面型における素子電極間隔 $L$ は、垂直型においては段差形成部材1206の段差高 $L_s$ として設定される。なお、基板1201、素子電極1202および1203、微粒子膜を用いた導電性薄膜1204、については、前記平面型の説明中に列挙した材料を同様に用いることが可能である。また、段差形成部材1206には、たとえば $SiO_2$ のような電気的に絶縁性の材料を用いる。

【0117】次に、垂直型の表面伝導型放出素子の製法について説明する。図11の(a)～(f)は、製造工程を説明するための断面図で、各部材の表記は前記図10と同一である。

【0118】1) まず、図11(a)に示すように、基板1201上に素子電極1203を形成する。

2) 次に、同図(b)に示すように、段差形成部材を形成するための絶縁層1206を積層する。絶縁層1206は、たとえば $SiO_2$ をスパッタ法で積層すればよいが、たとえば真空蒸着法や印刷法などの他の成膜方法を用いてもよい。

3) 次に、同図(c)に示すように、絶縁層1206の上に素子電極1202を形成する。

4) 次に、同図(d)に示すように、同図(c)の絶縁層1206の一部を、たとえばエッチング法を用いて除去し、素子電極1203を露出させる。

5) 次に、同図(e)に示すように、微粒子膜を用いた導電性薄膜1204を形成する。形成するには、前記平面型の場合と同じく、たとえば塗布法などの成膜技術を用いればよい。

6) 次に、前記平面型の場合と同じく、通電フォーミング処理を行い、同図(f)の導電性薄膜1204に電子放出部1205を形成する。(図7(c)を用いて説明した平面型の通電フォーミング処理と同様の処理を行う

ばよい。)

7) 次に、前記平面型の場合と同じく、通電活性化処理を行い、電子放出部近傍に炭素もしくは炭素化合物 1213 を堆積させる。(図 7 (d) を用いて説明した平面型の通電活性化処理と同様の処理を行えばよい。) 以上のようにして、図 11 (f) に示す垂直型の表面伝導型放出素子を製造した。

【0119】(表示装置に用いた表面伝導型放出素子の特性) 以上、平面型と垂直型の表面伝導型放出素子について素子構成と製法を説明したが、次に表示装置に用いた素子の特性について述べる。

【0120】図 12 に、表示装置に用いた素子の、(放出電流  $I_e$ ) 対 (素子印加電圧  $V_f$ ) 特性、および (素子電流  $I_f$ ) 対 (素子印加電圧  $V_f$ ) 特性の典型的な例を示す。なお、放出電流  $I_e$  は素子電流  $I_f$  に比べて著しく小さく、同一尺度で図示するのが困難であるうえ、これらの特性は素子の大きさや形状等の設計パラメータを変更することにより変化するものであるため、2本のグラフは各々任意単位で図示した。

【0121】表示装置に用いた素子は、放出電流  $I_e$  に関して以下に述べる 3 つの特性を有している。

【0122】第一に、ある電圧 (これを閾値電圧  $V_{th}$  と呼ぶ) 以上の大きさの電圧を素子に印加すると急激に放出電流  $I_e$  が増加するが、一方、閾値電圧  $V_{th}$  未満の電圧では放出電流  $I_e$  はほとんど検出されない。すなわち、放出電流  $I_e$  に関して、明確な閾値電圧  $V_{th}$  を持った非線形素子である。

【0123】第二に、放出電流  $I_e$  は素子に印加する電圧  $V_f$  に依存して変化するため、電圧  $V_f$  で放出電流  $I_e$  の大きさを制御できる。

【0124】第三に、素子に印加する電圧  $V_f$  に対して素子から放出される電流  $I_e$  の応答速度が速いため、電圧  $V_f$  を印加する時間の長さによって素子から放出される電子の電荷量を制御できる。

【0125】以上のような特性を有するため、表面伝導型放出素子を表示装置に好適に用いることができた。たとえば多数の素子を表示画面の画素に対応して設けた表示装置において、第一の特性を利用すれば、表示画面を順次走査して表示を行うことが可能である。すなわち、駆動中の素子には所望の発光輝度に応じて閾値電圧  $V_{th}$  以上の電圧を適宜印加し、非選択状態の素子には閾値電圧  $V_{th}$  未満の電圧を印加する。駆動する素子を順次切り替えてゆくことにより、表示画面を順次走査して表示を行うことが可能である。

【0126】また、第二の特性かまたは第三の特性を利用することにより、発光輝度を制御することができるため、諧調表示を行うことが可能である。

【0127】(多数素子を単純マトリクス配線したマルチ電子ビーム源の構造) 次に、上述の表面伝導型放出素子を基板上に配列し、単純マトリクス配線したマルチ電子

ビーム源の構造について述べる。

【0128】図 2 に示すのは、前記図 1 の表示パネルに用いたマルチ電子ビーム源の平面図である。基板上には、前記図 6 で示したものと同様な表面伝導型放出素子が配列され、これらの素子は行方向配線電極 1013 と列方向配線電極 1014 により単純マトリクス状に配線されている。行方向配線電極 1013 と列方向配線電極 1014 の交差する部分には、電極間に絶縁層 (不図示) が形成されており、電気的な絶縁が保たれている。

【0129】図 2 の B-B' に沿った断面を、図 3 に示す。

【0130】なお、このような構造のマルチ電子源は、あらかじめ基板上に行方向配線電極 1013、列方向配線電極 1014、電極間絶縁層 (不図示)、および表面伝導型放出素子の素子電極と導電性薄膜を形成した後、行方向配線電極 1013 および列方向配線電極 1014 を介して各素子に給電して通電フォーミング処理と通電活性化処理を行うことにより製造した。

【0131】(3) 駆動回路構成 (及び駆動方法)

図 13 は、NTSC 方式のテレビ信号に基づいてテレビジョン表示を行う為の駆動回路の概略構成をブロック図で示したものである。同図中、表示パネル 1701 は前述した表示パネルに相当するもので、前述した様に製造され、動作する。また、走査回路 1702 は表示ラインを走査し、制御回路 1703 は走査回路 1702 へ入力する信号等を生成する。シフトレジスタ 1704 は 1 ライン毎のデータをシフトし、ラインメモリ 1705 は、シフトレジスタ 1704 からの 1 ライン分のデータを変調信号発生器 1707 に入力する。同期信号分離回路 1706 は NTSC 信号から同期信号を分離する。

【0132】以下、図 13 の装置各部の機能を詳しく説明する。

【0133】まず表示パネル 1701 は、端子  $D_x1$  乃至  $D_xm$  及び端子  $D_y1$  乃至  $D_yn$ 、及び高圧端子  $H_v$  を介して外部の電気回路と接続されている。このうち、端子  $D_x1$  乃至  $D_xm$  には、表示パネル 1701 内に設けられているマルチ電子ビーム源、即ち、 $m$  行  $n$  列の行列状にマトリクス配線された冷陰極素子を 1 行 ( $n$  素子) ずつ順次駆動してゆく為の走査信号が印加される。一方、端子  $D_y1$  乃至  $D_yn$  には、前記走査信号により選択された 1 行分の  $n$  個の各素子の出力電子ビームを制御する為の変調信号が印加される。また、高圧端子  $H_v$  には、直流電圧源  $V_a$  より、例えば 5 [kV] の直流電圧が供給されるが、これはマルチ電子ビーム源より出力される電子ビームに蛍光体を励起するのに十分なエネルギーを付与する為の加速電圧である。

【0134】次に、走査回路 1702 について説明する。同回路は、内部に  $m$  個のスイッチング素子 (図中、 $S1$  乃至  $S_m$  で模式的に示されている) を備えるもので、各スイッチング素子は、直流電圧源  $V_a$  の出力電圧

もしくは0 [V] (グラウンドレベル) のいずれか一方を選択し、表示パネル1701の端子Dx1乃至Dxmと電氣的に接続するものである。S1乃至Smの各スイッチング素子は、制御回路1703が出力する制御信号Tscanに基づいて動作するものだが、実際には例えばFETのようなスイッチング素子を組合わせることにより容易に構成することが可能である。なお、前記直流電圧源Vxは、図12に例示した電子放出素子の特性に基づき走査されていない素子に印加される駆動電圧が電子放出しきい値電圧Vth電圧以下となるよう、一定電圧を出力するよう設定されている。

【0135】また、制御回路1703は、外部より入力する画像信号に基づいて適切な表示が行われるように各部の動作を整合させる働きを持つものである。次に説明する同期信号分離回路1706より送られる同期信号Tsyncに基づいて、各部に対してTscan及びTsft及びTmryの各制御信号を発生する。同期信号分離回路1706は、外部から入力されるNTSC方式のテレビ信号から、同期信号成分と輝度信号成分とを分離する為の回路で、良く知られているように周波数分離(フィルタ)回路を用いれば容易に構成できるものである。同期信号分離回路1706により分離された同期信号は、良く知られるように垂直同期信号と水平同期信号よりなるが、ここでは説明の便宜上、Tsync信号として図示した。一方、前記テレビ信号から分離された画像の輝度信号成分を便宜上DATA信号と表すが、同信号はシフトレジスタ1704に入力される。

【0136】シフトレジスタ1704は、時系列的にシリアルに入力される前記DATA信号を、画像の1ライン毎にシリアル/パラレル変換するためのもので、前記制御回路1703より送られる制御信号Tsftに基づいて動作する。即ち、制御信号Tsftは、シフトレジスタ1704のシフトクロックであると言い換えることもできる。シリアル/パラレル変換された画像1ライン分(電子放出素子n素子分の駆動データに相当する)のデータは、ld1乃至ldnのn個の信号として前記シフトレジスタ1704より出力される。

【0137】ラインメモリ1705は、画像1ライン分のデータを必要時間の間だけ記憶する為の記憶装置であり、制御回路1703より送られる制御信号Tmryに従って適宜ld1乃至ldnの内容を記憶する。記憶された内容はld'1乃至ld'nとして出力され、変調信号発生器1707に入力される。

【0138】変調信号発生器1707は、前記画像データld'1乃至ld'nの各々に応じて、電子放出素子1015の各々を適切に駆動変調する為の信号源で、その出力信号は、端子Dy1乃至Dynを通じて表示パネル1701内の電子放出素子1015に印加される。

【0139】図12を用いて説明したように、本実施形態に係る表面伝導型放電素子は放電管10に対して

以下の基本特性を有している。即ち、電子放出素子には明確な閾値電圧Vth(後述する実施例の表面伝導型放出素子では8[V])があり、閾値Vth以上の電圧を印加された時のみ電子放出が生じる。また、電子放出閾値Vth以上の電圧に対しては、図12のグラフのように電圧の変化に応じて放出電流Ieも変化する。このことから、本素子にパルス状の電圧を印加する場合、例えば電子放出閾値Vth以下の電圧を印加しても電子放出は生じないが、電子放出閾値Vth以上の電圧を印加する場合には表面伝導型放出素子から電子ビームが出力される。その際、パルスの波高値Vmを変化させることにより出力電子ビームの強度を制御することが可能である。また、パルスの幅Pwを変化させることにより出力される電子ビームの電荷の総量を制御することが可能である。

【0140】従って、入力信号に応じて、電子放出素子を変調する方式として、電圧変調方式、パルス幅変調方式等が採用できる。電圧変調方式を実施するに際しては、変調信号発生器1707として、一定長さの電圧パルスを発生し、入力されるデータに応じて適宜パルスの波高値を変調するような電圧変調方式の回路を用いることができる。また、パルス幅変調方式を実施するに際しては、変調信号発生器1707として、一定の波高値の電圧パルスを発生し、入力されるデータに応じて適宜電圧パルスの幅を変調するようなパルス幅変調方式の回路を用いることができる。

【0141】シフトレジスタ1704やラインメモリ1705は、デジタル信号式のものでもアナログ信号式のものでも採用できる。すなわち、画像信号のシリアル/パラレル変換や記憶が所定の速度で行われればよいからである。

【0142】デジタル信号式を用いる場合には、同期信号分離回路1706の出力信号DATAをデジタル信号化する必要があるが、これには同期信号分離回路1706の出力部にA/D変換器を設ければ良い。これに関連してラインメモリ115の出力信号がデジタル信号かアナログ信号かにより、変調信号発生器に用いられる回路が若干異なったものとなる。即ち、デジタル信号を用いた電圧変調方式の場合、変調信号発生器1707には、例えばD/A変換回路を用い、必要に応じて増幅回路などを付加する。

【0143】パルス幅変調方式の場合、変調信号発生器1707には、例えば高速の発振器及び発振器の出力する波数を計数する計数器(カウンタ)及び計数器の出力値と前記メモリの出力値を比較する比較器(コンパレータ)を組み合わせた回路を用いる。必要に応じて、比較器の出力するパルス幅変調された変調信号を電子放出素子の駆動電圧に電圧増幅するための増幅器を付加することもできる。

【0144】アナログ信号を用いた電圧変調方式の場



合、変調信号発生器 1707 には、例えばオペアンプなどを用いた増幅回路を採用でき、必要に応じてシフトレベル回路などを付加することもできる。パルス幅変調方式の場合には、例えば、電圧制御型発振回路 (VCO) を採用でき、必要に応じて電子放出素子の駆動電圧まで電圧増幅するための増幅器を付加することもできる。

【0145】このような構成を取りうる本実施形態の適用可能な画像表示装置においては、各電子放出素子に、容器外端子  $Dx1$  乃至  $Dxm$ 、 $Dy1$  乃至  $Dyn$  を介して電圧を印加することにより、電子放出が生じる。そして、高圧端子  $Hv$  を介してメタルバック 1019 あるいは透明電極 (不図示) に高圧を印加し、電子ビームを加速する。加速された電子は、蛍光膜 1018 に衝突し、発光が生じて画像が形成される。

【0146】ここで述べた画像表示装置の構成は、本発明を適用可能な画像形成装置の一例であり、本発明の思想に基づいて種々の変形が可能である。入力信号については NTSC 方式を挙げたが、入力信号はこれに限るものではなく、PAL、SECAM 方式など他、これらより多数の走査線からなる TV 信号 (MUSE 方式をはじめとする高品位 TV) 方式をも採用できる。

【0147】(スペーサについて) 低抵抗膜 1020c (中間層) は前述のように前記高抵抗膜 1020b とフェースプレート 1017 及び基板 1011 と当接する端部 (スペーサ 1020 の当接面あるいは側面部) に設けられている。フェースプレート 1017 側、基板 1011 側のそれぞれの低抵抗膜 1020c (中間層) は高抵抗膜 1020b に電気的につながっている。仮に低抵抗膜 1020c (中間層) の形状に突起状部分が存在する場合、その周辺で急峻な電場の変化が生じ、突起部が原因となって放電を起こす。

【0148】具体的な低抵抗膜 1020c (中間層) の突起形状の例を図 14A 及び図 14B に示す。図 14A は高抵抗膜 1020b と、フェースプレート 1017 側及び基板 1011 側との接合部の側面の低抵抗膜 1020c (中間層) の端部における例である。この例では、低抵抗膜 1020c (中間層) が 90 度の角度を形成しており、この直角をなす部分の電場が強くなる。図 14B の場合は、スペーサ 1020 の長手側側面部と短手側側面部が互いに 90 度の角度をなすため、交差する稜部の電界が強くなる。

【0149】以下に、これらの問題の対策を述べる。

【0150】電場の急峻な変化を生じさせないため、低抵抗膜 1020c (中間層) を直線、曲率の大きい曲線のみで構成した。すなわち、低抵抗膜 1020c の縁の気密容器内の露出部分に、突起、鋭角、曲率半径の小さい曲線等の形状を含めないようにしている。

【0151】後述の図 15 で表わされるスペーサ 1020 の両方の低抵抗膜 1020c (フェースプレート 1017 側及び基板 1011 側) 間の距離を  $G$  とし、低抵抗

膜 1020c 間に印加される電圧を  $V_a$ 、低抵抗膜 1020c の端部における曲率半径を  $r$  とすると、低抵抗膜 1020c の端部に生じる最大電界強度  $E_{max}$  は、概ね  $E_{max} = \beta (V_a / G)$

$$\beta = [2 (G / r) / \ln (4 G / r)]$$

で表される。ここに、 $(V_a / G)$  は、両方の低抵抗膜 1020c 間に生じる平均的電界であり、係数  $\beta$  は低抵抗膜 1020c の端部で電界が強まる比率を表わしている。上記算出式は突起部が平均的電界方向に向かって回転対称に近い形状を有する場合に対応している。本実施形態においては、スペーサの厚み方向に対して表面と裏面の両方に低抵抗膜 1020c を有する構成となるため、回転対称形状と面对称形状 (例えば円筒形状等) の中間に対応すると考えられる。面对称形状においては、係数  $\beta$  は概ね

$$\beta = (1 / 4) \cdot \sqrt{G / r}$$

と見積ることができる。すなわち、回転対称で  $\beta$  が 100 倍のとき、面对称では  $\beta$  は約 10 倍となる。従って、本実施形態の場合を粗く見積ると  $\beta$  は 20 倍から 50 倍程度になると推定される。

【0152】突起や角等の近傍で形成される強電界による電子放出は、理論的には 9 乗  $[V/m]$  オーダーの電界以上で生じると見積られているが、経験的には 7 乗  $[V/m]$  を超えると電界放出の確率が高まると言われている。この原因としては、突起や角において更に微少な突起が存在し電界が高まっている現象等が指摘されている。従って本実施形態の場合にも、現在利用できる量産可能な作製法の範囲においては、上記最大電界強度を 7 乗  $[V/m]$  以下に留めるのが好ましい。勿論、非常に注意深く作製したスペーサを用いることにより、放電を発生させることなく 9 乗  $[V/m]$  の電界領域での動作も可能である。

【0153】以上の実施例では、各稜線で互いの面が 90 度をなす直方体形状のスペーサを用いたが、側面部間のなす稜線において、概ね 150 度以下の角度をなす形状のスペーサの場合、本発明における低抵抗膜 1020c の構成は効果が現れる。従って、例えば正六角柱や正八角柱形状のスペーサに対しても本発明は適用可能である。

【0154】以下に、装置例をあげて本実施形態をさらに詳述する。

【0155】以下に述べる各実施形態においては、マルチ電子ビーム源として、前述した、電極間の導電性微粒子膜に電子放出部を有するタイプの  $N \times M$  個 ( $N = 3072$ ,  $M = 1024$ ) の表面伝導型放出素子を、 $M$  本の行方向配線と  $N$  本の列方向配線とによりマトリクス配線 (図 1 及び図 2 参照) したマルチ電子ビーム源を用いた。

【0156】長さ 20mm、幅 5mm、厚み 0.2mm のリアプレートと同質のガラス基板上に窒化シリコン膜を

0.5  $\mu\text{m}$ スパッタ法により形成し、これを絶縁性部材1020aとした。高抵抗膜として、Cr-Al合金窒化膜とかかる膜表面に酸化クロム膜を積層したものを使用した。厚みはそれぞれ200 nm、5 nmである。これに限らず、本発明の高抵抗膜を使用することが可能である。

【0157】次に低抵抗膜として、フェースプレート側、リアプレート側との接続部、すなわち図1に示すように行方向配線1013面及びメタルバック1019面と平行にその端部を除いて等幅の $H=30\mu\text{m}$ の帯状で、0.1  $\mu\text{m}$ 厚みのAu膜を形成した(図15)。

【0158】図24は、スペーサ1020の低抵抗膜1020cの作製法を説明する図である。スペーサ1020は、スペーサの長辺側に突き当て部を有するサブマスク1051内に設置された後(図(a))、スペーサ1020を覆うようにマスク1502が配置される。

【0159】マスク1502には、所望の形状の低抵抗膜1020cに対応してスペーサ1020が露出するようにパターンが形成されており、特に低抵抗膜1020cの端部に対応する領域1503で所定の曲率半径が与えられている。この曲率半径は、数 $\mu\text{m}$ 以上であるため、通常のエッチング法等を用いて形成することが可能である。また、後述する第2の実施形態以下で用いるマスクに関しても、同様の作法で作製したマスクを用いることができる。以上のように配置された状態で、スパッタ法を用いて低抵抗膜1020cを作製した。

【0160】また、別の作製法として、スパッタ法で作製した低抵抗膜1020cの端部を高出力のレーザー光を照射して除去し、所望の形状を得る方法もある。この方法では、スペーサ1020とマスク1502の相対的位置ずれが生じ、低抵抗膜がスペーサの側面端に交差するように形成された場合などにおいて、不要部分を除去して電界が強くなることを防止する手段ともなる。

【0161】帯状の低抵抗膜1020cの端部は、スペーサの端部から $l=20\mu\text{m}$ 内側にくるように配置した(図15)。また低抵抗膜1020cの両端部Aの縁の部分は20  $\mu\text{m}$ の曲率半径 $r$ をつけてあり、直線部Bと滑らかに接続している。これにより、フェースプレートとリアプレートとの間に高電圧をかけたときに生じる放電を防止した。なお、低抵抗膜1020cの端部の位置は、素子から放出される電子の軌道が影響を受けない範囲に入ればよい。また、隅に付ける曲率半径 $r$ は、本実施形態の大きさに限定されず、前述に示した大きさを適用すればよい。

【0162】スペーサは行方向配線上及びフェースプレート上のメタルバックと導電性フリットガラスを用いて接続されている。導電性フリットはガラスフリットガラスに、表面を金コーティングした導電性微粒子を混合したものを使用し、スペーサ表面の帯電防止膜と行方向配線とを介してフェースプレートと電気的に接続してある。

【0163】本実施形態では、前述した図1に示すスペーサ1020を配置した表示パネルを作製した。以下、図1及び図5を用いて詳述する。まず、予め基板上行方向配線電極1013、列方向配線電極1014、電極間絶縁層(不図示)、及び表面伝導型放出素子の素子電極と導電性薄膜を形成した基板1011を、リアプレート1015に固定した。次に、ソーダライムガラスからなる絶縁性部材1020aの表面のうち、気密容器内に露出する4面に後述の高抵抗膜1020bを成膜し、当接面に導電膜としての低抵抗膜1020cを成膜したスペーサ1020(高さ5 [mm]、板厚200 [マイクロメートル]、長さ20 mm)を基板1011の行方向配線1013上に等間隔で、行方向配線1013と平行に固定した。

【0164】その後、基板1011の5 mm上方に、内面に蛍光膜1018とメタルバック1019が付設されたフェースプレート1017を側壁1016を介して配置し、リアプレート1015、フェースプレート1017、側壁1016及びスペーサ1020の各接合部を固定した。基板1011とリアプレート1015の接合部、リアプレート1015と側壁1016の接合部、及びフェースプレート1017と側壁1016の接合部は、フリットガラス(不図示)を塗布し、大気中で400℃乃至500℃で10分以上焼成することで封着した。

【0165】また、スペーサ1020は、基板1011側では行方向配線1013(線幅300 [マイクロメートル])上に、フェースプレート1017側ではメタルバック1019面上に、導電性のフィラーあるいは金属等の導電材を混合した導電性フリットガラス(不図示)を介して配置し、上記気密容器の封着と同時に、大気中で400℃乃至500℃で10分以上焼成することで接着しかつ電気的な接続も行った。

【0166】なお、本実施形態においては、蛍光膜1018は、図16に示すように、各色蛍光体21aが列方向(Y方向)に延びるストライプ形状を採用し、黒色の導電体21bは各色蛍光体(R, G, B)21a間だけでなく、Y方向の各画素間をも分離するように配置された蛍光膜が用いられ、スペーサ1020は、行方向(X方向)に平行な黒色の導電体21b領域(線幅300

[マイクロメートル])内にメタルバック1019を介して配置された。なお、前述の封着を行う際には、各色蛍光体21aと基板1011上に配置された各素子とを対応させなくてはならないため、リアプレート1015、フェースプレート1017及びスペーサ1020は十分な位置合わせを行った。

【0167】以上のようにして完成した気密容器内を排気管(不図示)を通じ真空ポンプにて排気し、十分な真空度に達した後、容器外端子 $D_x1\sim D_xm$ と $D_y1\sim D_ym$ を通じ、行方向配線電極1013及び列方向配線電極1014と電気的に接続した。

電極1014を介して各素子に給電して前述の通電フォーミング処理と通電活性化処理を行うことによりマルチ電子ビーム源を製造した。

【0168】次に、10のマイナス6乗[Torr]程度の真空度で、不図示の排気管をガスバーナーで熱することで溶着し外囲器（気密容器）の封止を行った。最後に、封止後の真空度を維持するために、ゲッター処理を行った。

【0169】以上のように完成した、図1及び図5に示されるような表示パネルを用いた画像表示装置において、各冷陰極素子（表面伝導型放出素子）1012には、容器外端子Dx1～Dxm、Dy1～Dynを通じ、走査信号及び変調信号を不図示の信号発生手段よりそれぞれ印加することにより電子を放出させ、メタルバック1019には、高圧端子Hvを通じて高圧を印加することにより放出電子ビームを加速し、蛍光膜1018に電子を衝突させ、各色蛍光体21a（図16のR、

G、B）を励起・発光させることで画像を表示した。なお、高圧端子Hvへの印加電圧Vaは3[kV]乃至10[kV]、各配線1013、1014巻への印加電圧Vfは14[V]とした。

【0170】このとき、スペーサ1020に近い位置にある冷陰極素子1012からの放出電子による発光スポットも含め、2次元状に等間隔の発光スポット列が形成され、鮮明で色再現性のよいカラー画像表示ができた。このことは、スペーサ1020を設置しても電子軌道に影響を及ぼすような電界の乱れは発生しなかったことを示している。

【0171】以下に、図1に示した表示パネルを用いて行なった複数の実験例を列挙する。実験パラメータ（G、r、Va、Emax）及びその条件下での放電発生の有無を示す。

【0172】

【表1】

実験例	G (mm)	r (μm)	Va (kV)	放電発生有無
1	5	20	3	無
2	5	20	10	無
3	5	2	3	無
4	5	2	10	まれに放電
5	2	20	3	無
6	2	20	10	無
7	2	2	3	まれに放電
8	2	2	10	直角形状端部よりも放電度減少
9	2	0.5	10	放電多（本発明の比較例）

【0173】〔第2の実施形態〕図21は本発明の第2の実施形態を説明するための要部構成図であり、第1の実施形態と同様に、スペーサ1020は電子源をなす基板1010とフェースプレート1017の間に配置されている。スペーサ1020は、絶縁性部材1020a

（図21では不図示）の表面に高抵抗膜1020bと低抵抗膜1020cが形成されたものである。特に、低抵抗膜1020cは絶縁性部材1020aの長手側側面部1020a-1面に形成されており、フェースプレート1017上のメタルバック1019及び基板1011上の行方向配線1013と電気的に接続されている。図中、1020c-Aは、低抵抗膜1020cのうちフェースプレート1017（メタルバック1019）及び基板1011（行方向配線1013）と平行な低抵抗膜直線部を表わしている。また、1020c-Bは、低抵抗膜1020cのうちスペーサ1020の短手側側面部1020a-2の近傍（長さLの領域）において、互いに鈍角をなす複数の直線（本例では低抵抗膜直線部1020c-Aを含めて3本の直線）で結ばれ、行方向配線1013と交差する形状（交叉位置1020c-C）をなす低抵抗膜端部を表わしている。

【0174】本実施形態においては、低抵抗膜端部1020c-Bを鈍角からなる多角形で構成したが、上記鈍角を概ね120度以上、好ましくは150度以上の角度とすることにより、第1の実施例で用いたような滑らかな曲線で低抵抗膜端部1020c-Bを構成した場合と同様に、低抵抗膜端部1020c-Bにおける電界集中を緩和する効果を得ることができる。

【0175】〔第3の実施形態〕図22は本発明の第3の実施形態を説明するための要部構成図であり、第1、第2の実施形態と異なるのは、スペーサ1020の長手側側面部1020a-1に形成した低抵抗膜端部1020c-Bを鈍角からなる多角形で構成したが、上記鈍角を概ね120度以上、好ましくは150度以上の角度とすることにより、第1の実施例で用いたような滑らかな曲線で低抵抗膜端部1020c-Bを構成した場合と同様に、低抵抗膜端部1020c-Bにおける電界集中を緩和する効果を得ることができる。

【0176】〔第4の実施形態〕図23は本発明の第4の実施形態を説明するための要部構成図であり、第1、第2の実施形態と異なるのは、スペーサ1020の短手側側面部1020a-2に形成した低抵抗膜端部1020c-Bを鈍角からなる多角形で構成したが、上記鈍角を概ね120度以上、好ましくは150度以上の角度とすることにより、第1の実施例で用いたような滑らかな曲線で低抵抗膜端部1020c-Bを構成した場合と同様に、低抵抗膜端部1020c-Bにおける電界集中を緩和する効果を得ることができる。

0c-Bを短手側側面部1020a-2と接するように延長した点である。この構成により、低抵抗膜直線部1020c-Aに近接した電子放出素子1012からの放出電子の受ける電界と低抵抗膜端部1020c-Bに近接した電子放出素子1012からの放電電子の受ける電界に対して、スペーサ1020の及ぼす影響差を最小限に押さえることができる。本構成は、スペーサ1020の短手方向の厚みtが低抵抗膜1020cの高さhに対して同程度かそれ以下である場合に特に有効である。本構成においては、スペーサ1020の絶縁性部材1010aの端部が欠けにくいものが好ましく、たとえば機械的強度の高いセラミック材料を用いることができる。

【0176】【第4の実施形態】図23は本発明の第4の実施形態を説明するための要部構成図であり、第1乃至第3の実施形態と異なるのは、スペーサ1020の短手側側面部1020a-2にも低抵抗膜1020c-2を形成した点である。低抵抗膜1020c-2は、低抵抗膜直線部1020c-2-A及び低抵抗膜端部1020c-2-Bから構成される。低抵抗膜端部1020c-2-Bは、第1の実施例と同様な曲線形状あるいは第2の実施例と同様な多角形状の何れでもよい。また、第3の実施形態と同様に、絶縁性部材1020aの長手側側面1020a-1と短手側側面1020a-2のなす稜線1020a-3まで延長してもよい。

【0177】本構成により、長手側側面1020a-1と短手側側面1020a-2のなす稜線1020a-3近傍では、低抵抗膜1020c、1020c-2の境界に低抵抗膜の凹みが形成されるため、高抵抗膜1020bに向かって凹状の等電位面が形成される。このことにより、稜線1020a-3近傍で高抵抗膜1020bに向かって凸状の等電位面が形成されるのを防止することができる。本構成は、スペーサ1020の短手方向の厚みtが低抵抗膜1020cの高さhに対して同程度かそれ以上である場合に特に有効である。

【0178】以上説明した各実施形態において、低抵抗膜1020cはフェースプレート1017側及び電子源をなす基板1011側の両方に形成されるが、実施形態の低抵抗膜端部1020c-Bの構成をフェースプレート1017側あるいは、電子源をなす基板1011側のいずれか一方に用いれば、電界集中を緩和し放電を抑制する効果を得ることができる。その中でも特に、低電位側となる電子源をなす基板1011側において実施形態の低抵抗膜1020cの構成を用いた場合は、効果が大きい。更には、フェースプレート1017側と電子源をなす基板1011側の両側に実施形態の低抵抗膜1020cの構成を用いた場合には、より一層効果が大きく、特に好ましい。

【0179】以上説明したように、本実施形態の画像表示装置によれば、以下の効果が得られる。すなわち、

1) スペーサの上面に、基板及び蛍光膜に電気的に接続

される高抵抗膜を有することにより、スペーサの帯電を中和できる。また、高抵抗膜と素子基板、あるいは高抵抗膜と画像形成部材との接続部の大部分には金属等の低抵抗膜を配置し、安定した電流の供給が行われるようにしたので、帯電の防止が可能になり発光位置ずれを防止できる。

2) さらに、低抵抗膜を直線あるいは曲率の大きい曲線、あるいは鈍角の角、あるいはそれらの形状に組合せた外形にすることで、電界の集中を抑止できる。このため、放電を抑えつつ、蛍光膜と素子基板間へのさらに高い電圧の印加が可能になる。

3) 以上の結果、画像形成装置において、高電圧印加による輝度の向上と、発光位置ずれのない良好な画像の実現を達成することができる。

【0180】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、画像形成装置内において、とりわけスペーサの十分な帯電防止効果を維持しつつ、放電の発生をきわめて低減することができる。

【0181】

【図面の簡単な説明】

【図1】実施形態に用いた表示パネルの斜視図である。

【図2】図1の表示パネルに用いたマルチ電子ビーム源の平面図である。

【図3】図2のB-B'に沿った断面を示す図である。

【図4】蛍光体のパターンを示す図である。

【図5】図1のA-A'の断面模式図である。

【図6】平面型の表面伝導型放出素子の構成を説明するための平面図(a)および断面図(b)である。

【図7】表面伝導型放出素子の製造工程を説明するための断面図である。

【図8】フォーミング用電源から印加する適宜の電圧波形の一例を示す図である。

【図9】活性化処理の一例を説明する図である。

【図10】垂直型の表面伝導型放出素子の基本構成を説明するための模式的な断面図である。

【図11】垂直型の表面伝導型放出素子の製造工程を説明するための断面図である。

【図12】表示装置に用いた素子の、(放出電流I<sub>e</sub>)対(素子印加電圧V<sub>f</sub>)特性、および(素子電流I<sub>f</sub>)対(素子印加電圧V<sub>f</sub>)特性の典型的な例を示す図である。

【図13】NTSC方式のテレビ信号に基づいてテレビジョン表示を行う為の駆動回路の概略構成をブロック図で示したものである。

【図14A】具体的な低抵抗膜(中間層)の突起形状の例を示す図である。

【図14B】具体的な低抵抗膜(中間層)の突起形状の例を示す図である。

【図15】本実施形態に用いた低抵抗膜の形状を説明する

図である。

【図16】蛍光膜のパターンを説明する図である。

【図17】前述のM. Hartwellらによる素子の平面図を示す図である。

【図18】前述のC. A. Spindtらによる素子の断面図を示す図である。

【図19】MIM型の素子構成の典型的な例を示す図である。

【図20】平面型の画像表示装置をなす表示パネル部の

一例を示す斜視図である。

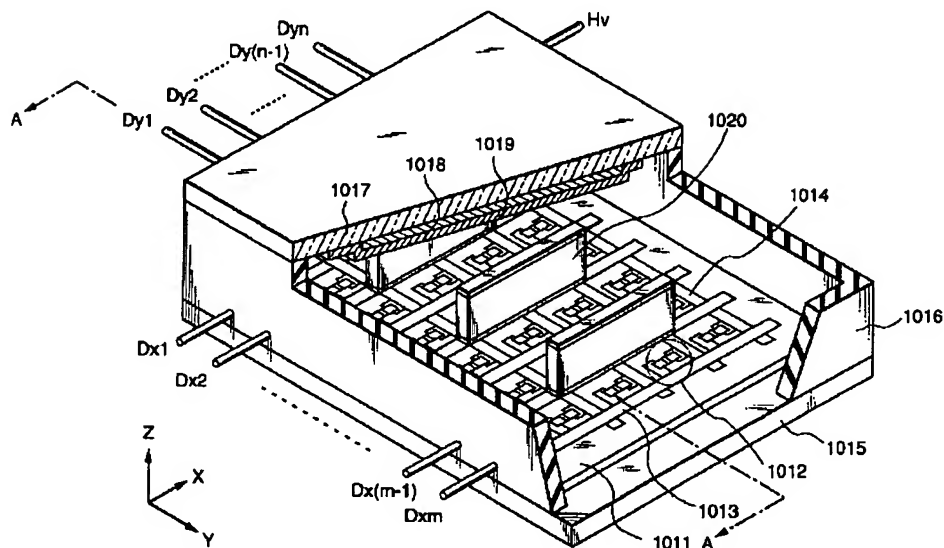
【図21】別の実施形態における抵抗膜の形状を説明する図である。

【図22】更に別の実施形態における抵抗膜の形状を説明する図である。

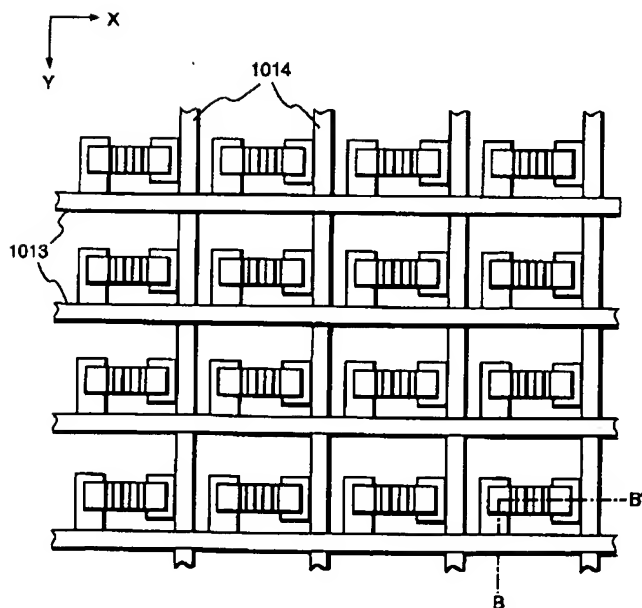
【図23】更に別の実施形態における抵抗膜の形状を説明する図である。

【図24】本実施形態による抵抗膜の形成方法の一例を説明する図である。

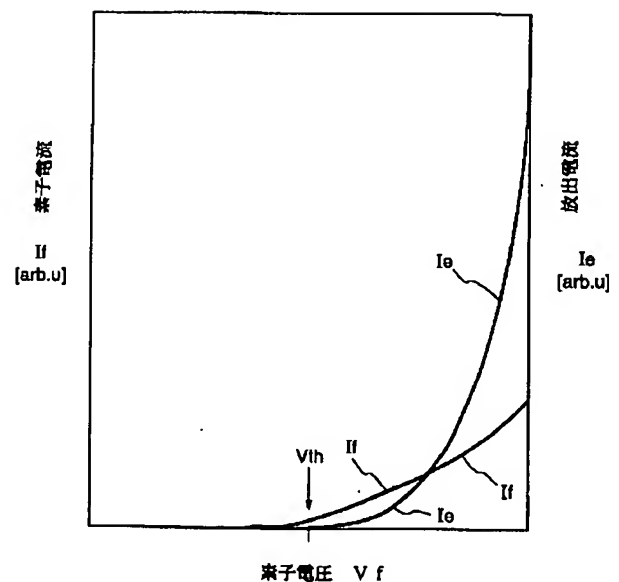
【図1】



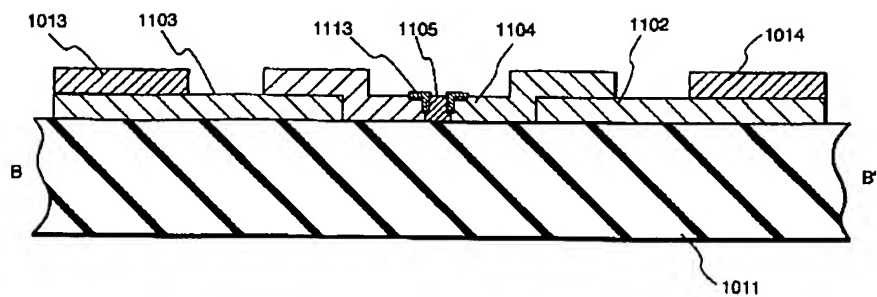
【図2】



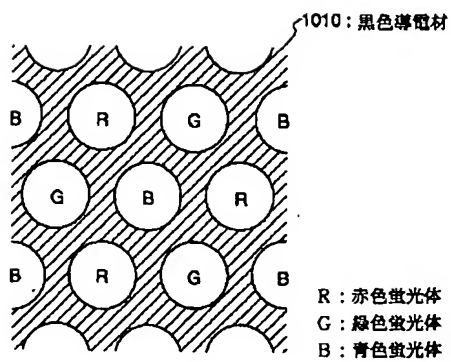
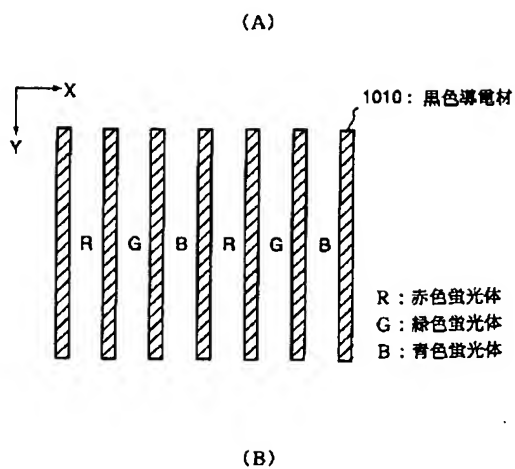
【図12】



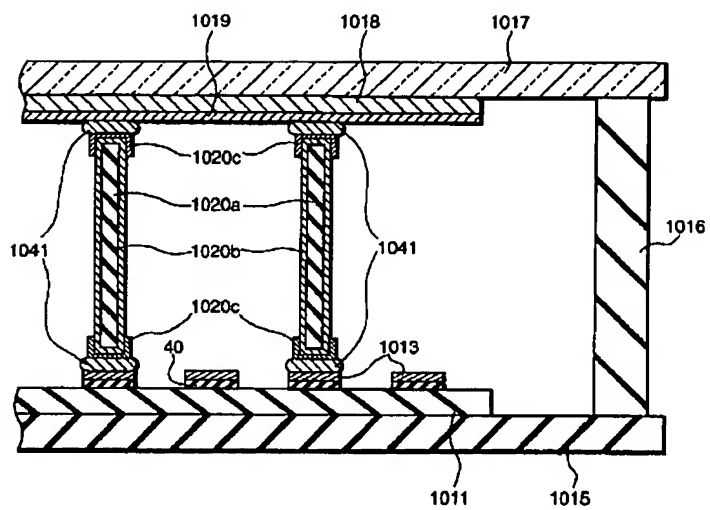
【図3】



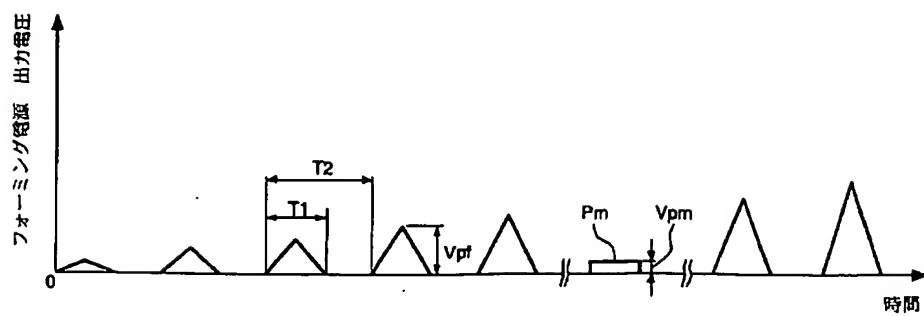
【図4】



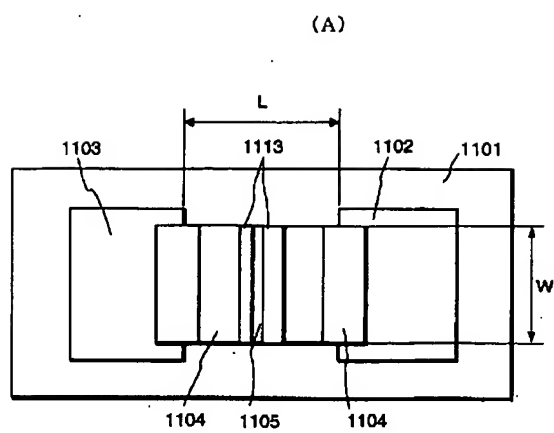
【図5】



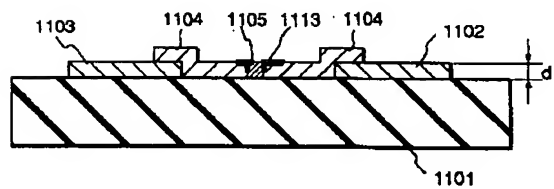
【図8】



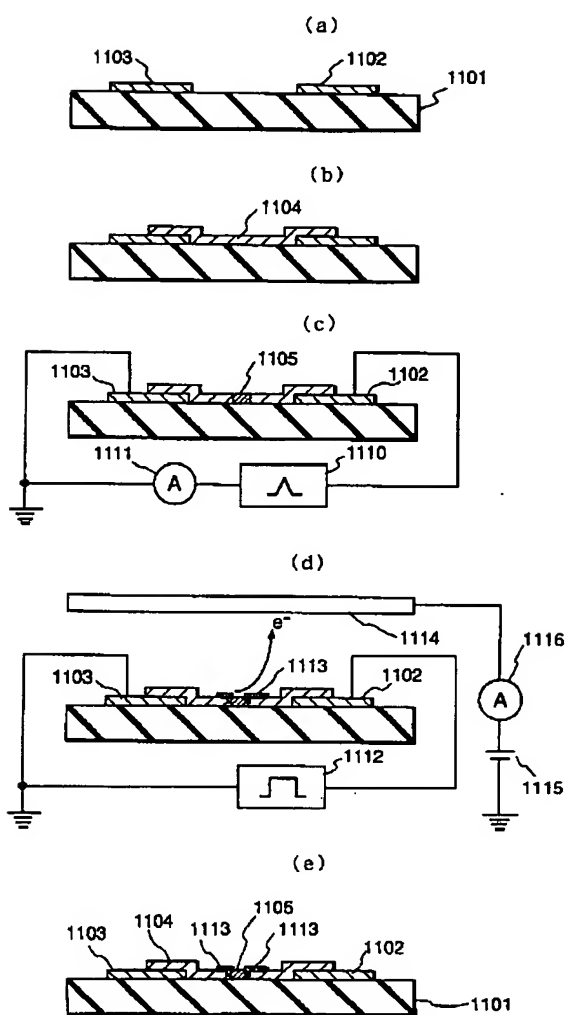
【図6】



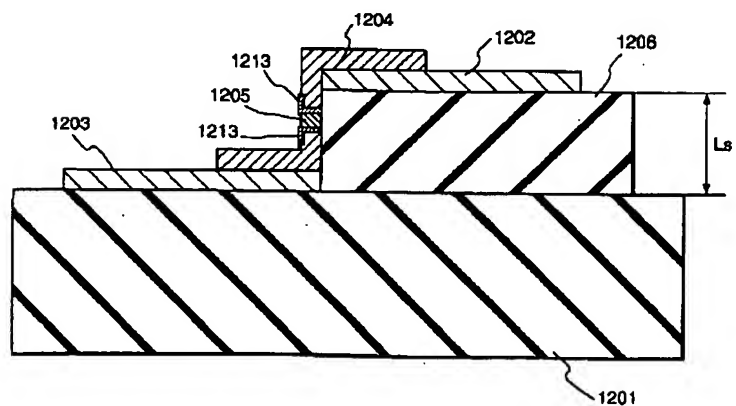
(B)



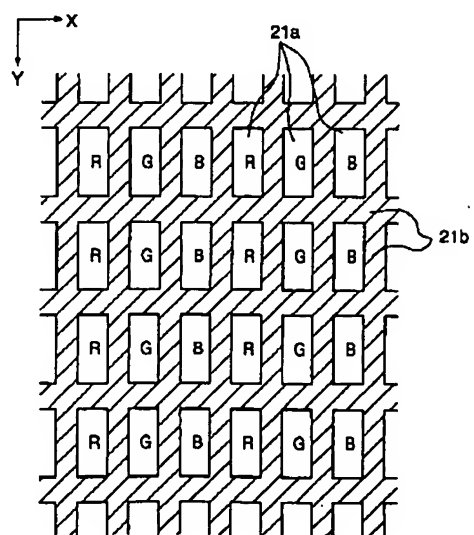
【図7】



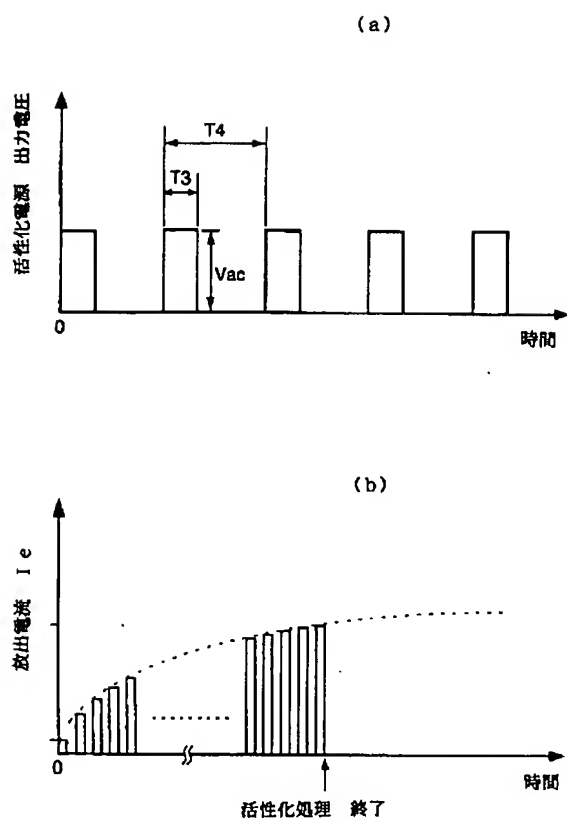
【図10】



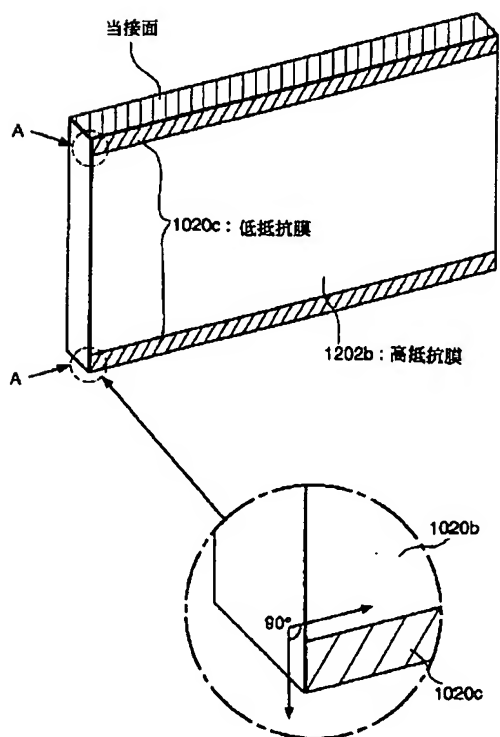
【図16】



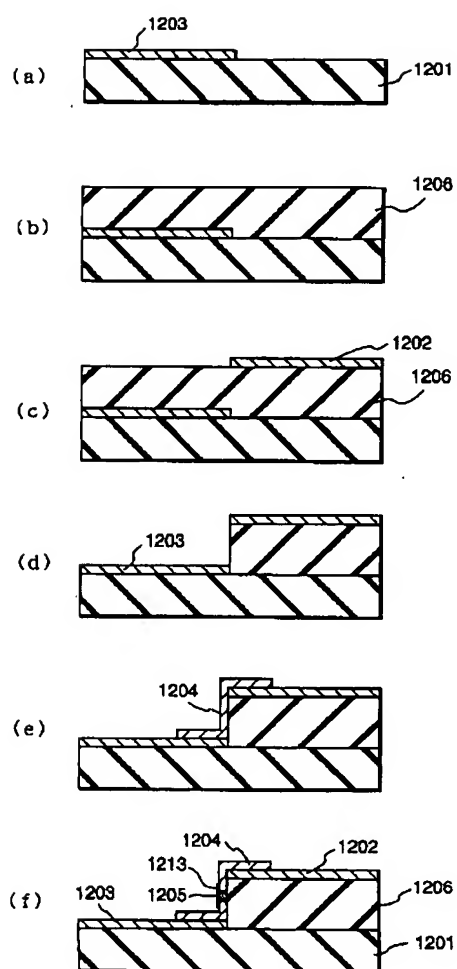
【図9】



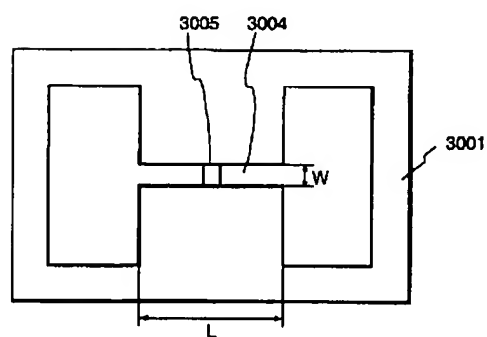
【図14A】



【図11】

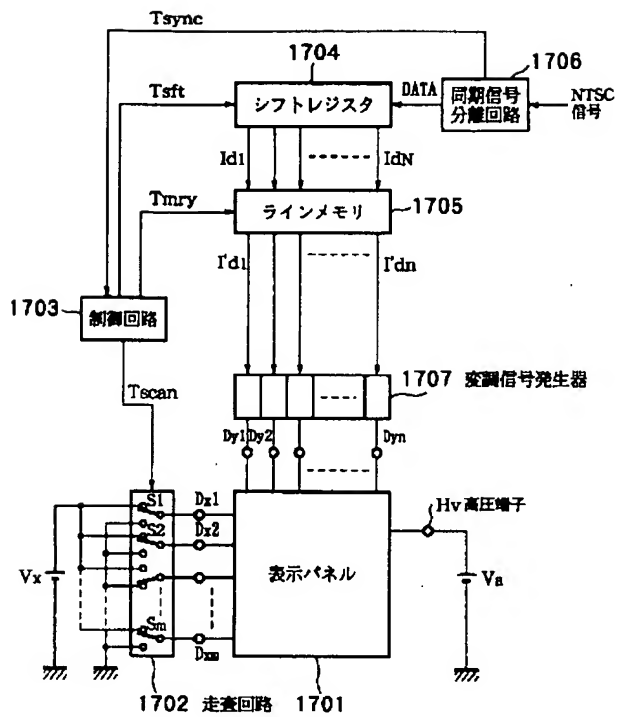


【図17】

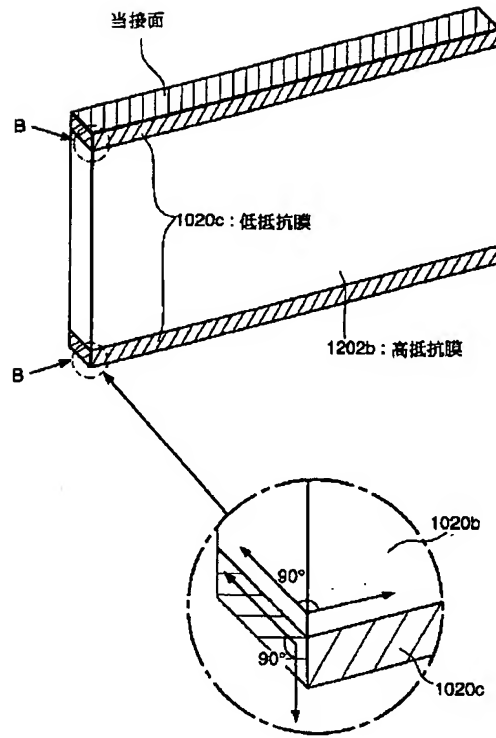




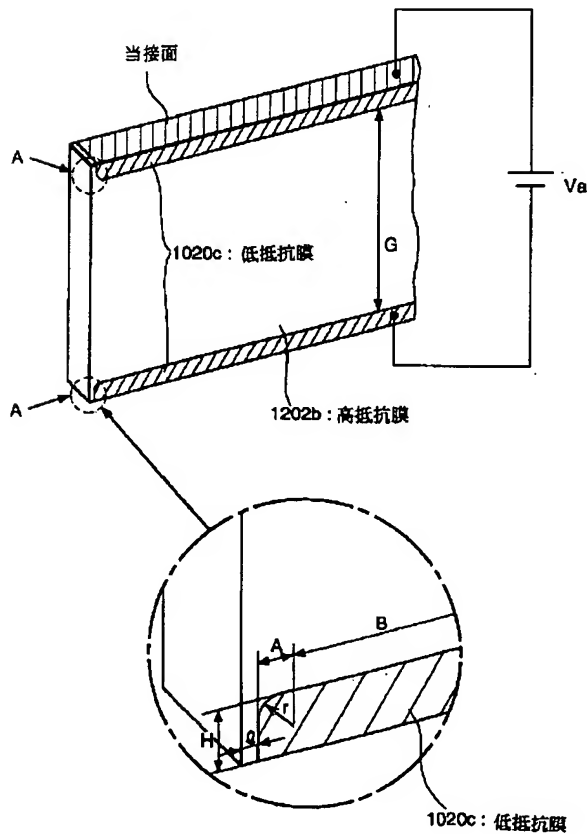
【図13】



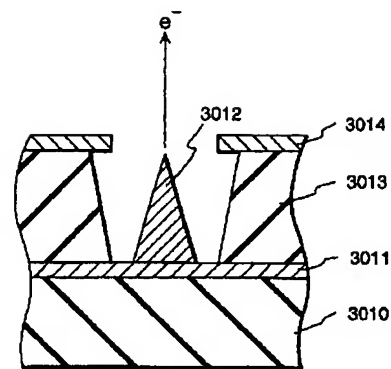
【図14B】



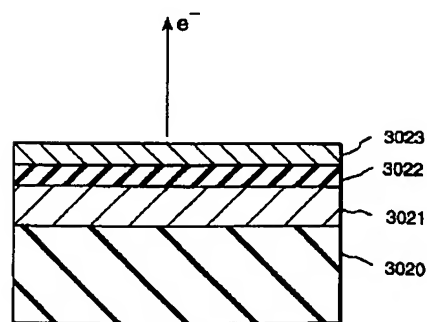
【図15】



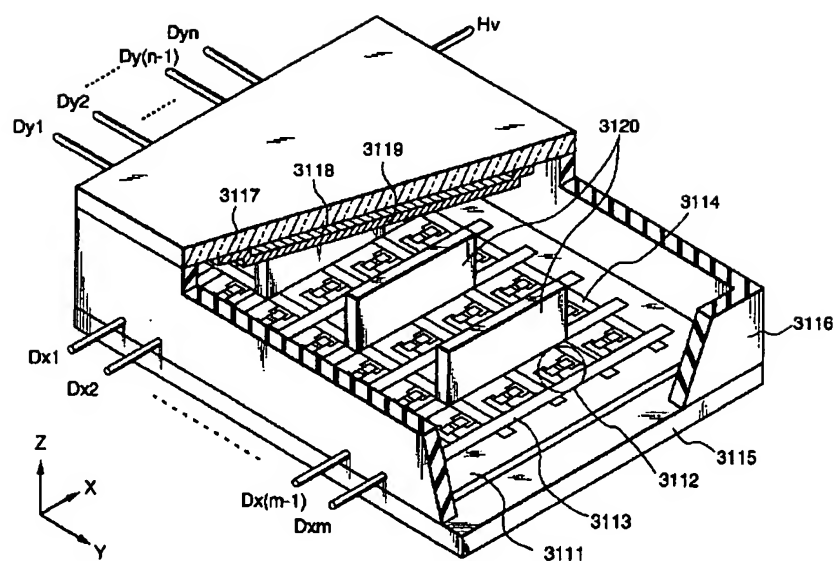
【図18】



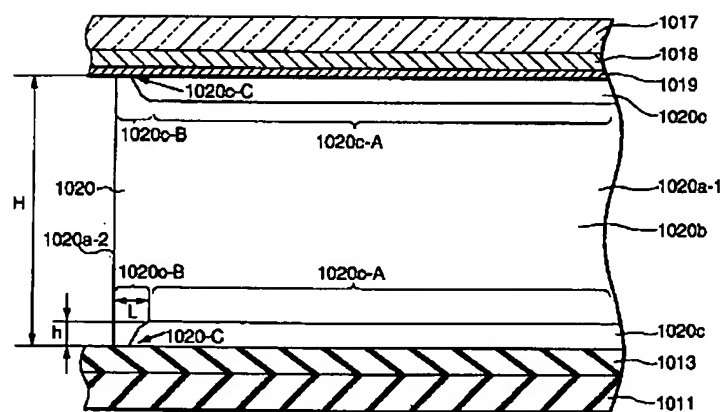
【図19】



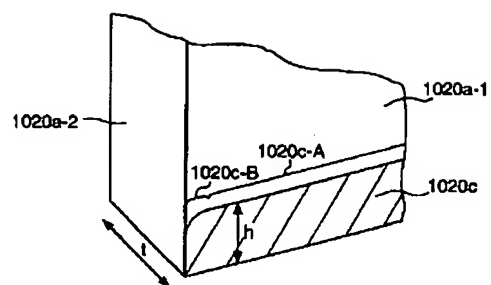
【図20】



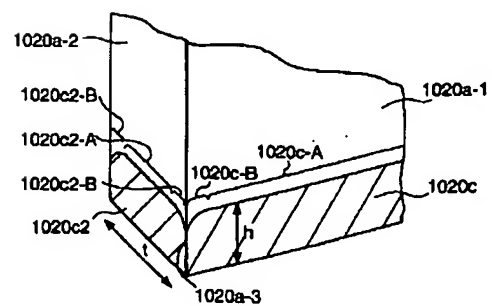
【図 2 1】



【図 22】

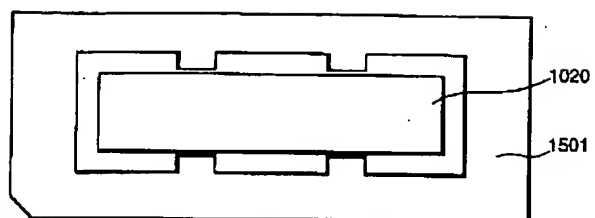


【図 2 3】

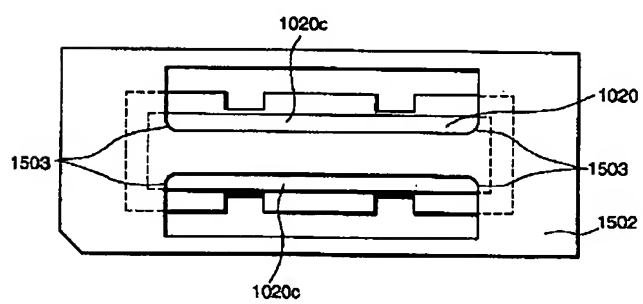


【図24】

(a)



(b)



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**